Die Bedeutung

des

verdauten Antheils der Rohfaser

für die thierische Ernährung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

verfasst und mit Genehmigung der hohen philosophischen Facultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

sammt den angehängten Thesen

am 8. December 1894, Mittags 12 Uhr öffentlich zu vertheidigen

von

Paul Holdefleiss

aus Salzmünde.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Opponenten: Cand. agr. **Friedrich Falke.**
Cand. agr. **Gustav Deissmann.**

Halle a. S.
1894.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548112_0149

Alle Naturwissenschaften, sowohl diejenigen mit Selbstzweck, als auch die angewandten, wie die Medicin und Landwirthschaft haben sich in diesem Jahrhundert früher oder später eine mehr oder weniger rein wissenschaftliche Methode angeeignet, deren hauptsächlichstes Kennzeichen ist, daß, während man früher die Resultate nur auf Grund von zufälligen Erfahrungen zu erlangen vermochte, man jetzt immer mehr bestrebt ist, den wahren Grund der Erscheinungen zu finden durch systematisches Zurückgehen auf immer allgemeinere Elemente.

So wußte man wohl früher beim Ackerbau von diesem Boden, daß er gut geeignet für bestimmte Pflanzen, von jenem, daß er ungeeignet für dieselben sei; andererseits, bei der thierischen Ernährung, daß bei diesem oder jenem Futter die Thiere eine höhere oder niedere Nutzung gewährten als bei einem anderen, aber die wesentlichen Unterschiede, besonders in der chemischen Zusammensetzung der verschiedenen Bodenarten und der verschiedenen Futtermittel, welche die Ursache der abweichenden Resultate bildeten, waren vollständig unbekannt, und man glaubte sie als im Zusammenhang stehend mit äußeren Merkmalen, die wohl bisweilen constant waren, jedoch über das Wesen und den Grund dieses Zusammenhangs herrschte meist vollständige Unklarheit.

Durch die gemeinsamen Fortschritte aller Naturwissenschaften, besonders der Physik und Chemie, sowie der Pflanzen- und Thierphysiologie ist demgegenüber die heutige Landwirthschaft in die Lage gesetzt, die erzielten Erfolge in den meisten Fällen auf bis jetzt wenigstens letzte Elemente zurückzuführen, und eventuell durch beliebige Combinationen von Bedingungen beliebige Resultate zu erreichen. — So fand man schon in verhältnißmäßig früher Zeit als Ursache und Maaßstab der Wirkungen von Futtermitteln ihren Gehalt an Eiweiß, Fett, stickstofffreien Extractstoffen und mineralischen Bestandtheilen, welche man, im Besonderen die drei ersten als die vollkommen verdaulichen und je nach ihrer specifischen Nährwirkung vollkommen wirksamen Theile alles Futters ansah. Bald jedoch fand man, daß sie nur immer zum Theil verdaut wurden, und daß sie, abgesehen von wenigen Fällen, Theile enthielten, welche zwar vollkommen zu den betreffenden Stoffgruppen gehörten, sich aber der Resorption im Verdauungskanal der Thiere widersetzten, sodaß die Nährwirkung dementsprechend geringer angesetzt werden mußte. Andererseits entdeckte man, daß die Holzfaser, die vorher als unlöslicher Bestandtheil der Pflanzen auch als unverdaulich und unwirksam für die Thierernährung angesehen wurde, während des Verdauungsactes in verschiedenem Grade in Lösung kam. Besonders wiesen Haubner, Sußdorf und Stöckhardt*) durch Verdauungsversuche an Thieren nach, daß die Pflanzenfaser, sogar die sogenannte verholzte, in dem Darmkanal der

*) Der chemische Ackersmann, Jahrgang 1860. Nr. 1. S. 58.

Wiederkäuer zum großen Theil gelöst wurde.*) Sie fanden, daß durch die Verdauung der Wiederkäuer von fein zertheilter Papiercellulose oder Leinfaser 70—80 %, von der Rohfaser des zur Blüthezeit gemähten Heues 60—70 %, von der des reifen Strohes und Pappelholzes 40—50 % und von der verholzten Cellulose des harzreichen Kiefernholzes 30—40 % gelöst wurden. Hier zeigte sich der Einfluß einer mehr oder minder feinen Zertheilung und einer geringeren oder stärkeren Verholzung auf die Aufschließbarkeit der Holzfaser, die selbst beim Kiefernholz noch eine ziemlich bedeutende war. — Zu analogen Resultaten gelangten Henneberg und Stohmann in „Beiträgen zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer", Heft II. Von der „Rohfaser", wie sie Henneberg zuerst bezeichnete, wurden verdaut bei Haferstroh 55 %, Weizenstroh 52 %, Bohnenstroh 36 %, Kleeheu 39 %, Wiesenheu 60 %. Den verdauten Theil fanden sie zusammengesetzt aus 43,5 % Kohlenstoff, 6,6 % Wasserstoff und 49,0 % Sauerstoff, während der reine Zellstoff 44,4 % Kohlenstoff, 6,2 % Wasserstoff und 49,4 % Sauerstoff enthält. Uebereinstimmend damit hatten auch C. Schultze und M. Maercker**) gefunden, daß der verdaute Theil der Rohfaser im Mittel aus 23 Versuchen aus 44,77 % Kohlenstoff, 6,33 % Wasserstoff und 48,60 % Sauerstoff zusammengesetzt war, woraus ebenfalls hervorging, daß bei den Wiederkäuern der verdaute Theil der Rohfaser mit Cellulose identisch ist. Der unverdaute Theil besteht nun aber nicht nur aus mit Lignin verbundener Cellulose, sondern die in den Excrementen mikroskopisch erkennbare Rohfaser enthält noch zu einem großen Theil reinen Zellstoff, der mit Jod und Schwefelsäure blau gefärbt wird, wie Julius Kühn schon im Jahre 1865 zeigte und auch durch mikroskopische Untersuchung des Kothes bestätigen konnte, der von den Weender Versuchsthieren gewonnen wurde und ihm von Professor Henneberg zugesandt worden war.***) Die Cellulose bildet also den einzigen Theil der Rohfaser, welcher verdaut wird, die Zeit und die Intensität der Verdauung ist aber nicht hinreichend, um alle vorhandene Cellulose zu lösen. Aehnlich verhalten sich aber auch die stickstofffreien Extraktstoffe, die in Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien löslich sind, und doch nur zu ähnlichen Procentsätzen verdaut werden. Nach Henneberg und Stohmann†) wurden sie verdaut im Haferstroh zu 44 %, Weizenstroh 39 %, Bohnenstroh 62 %, Kleeheu 67 %, Wiesenheu 67 %.

Weiter fanden C. Schultze und M. Maercker in ihren Fütterungsversuchen mit Schafen (s. o.), daß dieselbe Rohfaser mit demselben Gehalt an Cellulose unter verschiedenen Verhältnissen verschieden verdaut wurde. Sie kamen zu folgendem Resultate: „Durch Zusatz von Eiweiß oder sehr eiweißreichen Futtermitteln wird die Rauhfutterausnützung nicht oder nur sehr wenig herabgedrückt, während der Zusatz von stickstofffreien Nährstoffen die Verdauung der Rohfaser, und ganz besonders die des Eiweißes bei Wiesenheu, sowie bei Wiesenheu- und Bohnenfütterung bedeutend vermindert".

Man trat nunmehr der Frage näher, auf welche Art und durch welche chemischen Vorgänge wird die Cellulose gelöst und hat der gelöste Theil derselben im Haushalte des

*) Der chemische Ackersmann, Jahrgang 1860. Nr. 1. S. 58

**) „Fütterungsversuche mit Schafen", Journal für Landwirthsch. Bd. 23. Jahrg. 1875. 141—174.

***) J. Kühn, Die zweckmäßigste Ernährung des Rindviehes vom wissenschaftlichen und praktischen Gesichtspunkte. Gekrönte Preisschrift, 4. Auflage. Dresden 1866.

†) „Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer." Heft II.

thierischen Organismus eine Bedeutung? — In Bezug auf die erste Frage stellte nun schon Zuntz (Landwirthschaftliche Jahrbücher, Bd. 8, Jahrg. 1879) die Vermuthung auf, daß wahrscheinlich „die durch niedere Organismen bedingten fäulnißartigen Zersetzungsprocesse das wesentlichste Lösungsmittel der Cellulose im Darmcanale sei". Als Hauptstätten für diesen Gährungsproceß bezeichnete er die großen Hohlräume des Darmcanals der Pflanzenfresser, wo sich die Nahrung in größeren Massen eine Zeit lang aufhält, ohne von den Darmsecreten vollständig durchdrungen zu werden. Solche Hohlräume sind bei den Wiederkäuern die drei Vormägen, während es beim Pferd vorzugsweise der stark entwickelte Blinddarm ist. Zuntz nimmt zunächst noch an, daß diese Cellulosegährung und die Producte derselben für die thierische Ernährung keinerlei Bedeutung haben.

Diese Ansicht stützte sich besonders auf die Beobachtung, daß bei einer derartigen Gährung sich Kohlenwasserstoffgas und Wasserstoff entwickelten, von denen aus man auch auf die Werthlosigkeit der übrigen Gährungsproducte schließen zu können glaubte.

Diese Zersetzungsprocesse untersuchte nun Tappeiner (Zeitschrift für Biologie, Bd. XX) eingehender, indem er künstliche Gährungsversuche mit Rohfaser anstellte. Er fand dabei zunächst, daß nicht nur die Cellulose die Quelle des Sumpfgases sei, sondern, daß auch bei der Gährung von stickstoffhaltigen Stoffen sich Sumpfgas entwickele, wenn auch nicht in dem Maaße, als bei reiner Cellulosegährung, welche letztere denn wohl auch, wie er schließt, bei den Wiederkäuern die hauptsächlichste Quelle der Sumpfgasentwickelung ist. Tappeiner fand bei der Gährung von Ganzzeug der Papierfabrication zusammen mit 1 % iger Fleischextractlösung und inficirt mit Pansencolatur die entwickelten Gase zusammengesetzt aus 76,98 % $CO_2 + H_2S$ und 23,01 % CH_4. Die Pansengase des Rindes bei Heufütterung, die er in anderen Versuchen bestimmt hatte, bestanden zu 75,47 % aus $CO_2 + H_2S$ und 23,27 % aus CH_4; bei der Ziege nach Heu- und Haferfütterung aus 75,24 % $CO_2 + H_2S$ und 24,53 % CH_4. Dieselben Resultate, wie mit Papierrohfaser erhielt Tappeiner mit gereinigter Baumwolle (Bruns'scher Watte). In der vergohrenen Flüssigkeit fand er in großer Menge Essigsäure, Propion- und Buttersäure und etwas Aldehyd, dieselben Stoffe, die auch die flüchtigen Bestandtheile des Panseninhaltes des Rindes bilden. Die flüchtigen Säuren stellen 60 % der zersetzten Cellulose dar und erscheinen nach Tappeiner zu einem Theile in den festen Excrementen, zu einem anderen Theile im Harn wieder. Tappeiner nimmt daraufhin an, daß etwa die Hälfte der zersetzten Cellulose sich an der Ernährung des Organismus betheiligen könne. Als weiteren Vortheil der Cellulosegährung sieht Tappeiner die durch sie bewirkte Verdünnung oder Zerstörung der Zellwände an, wodurch erst die vollständige Verdauung des Zellinhalts ermöglicht würde, während sie nur unvollkommen möglich ist, wenn die Cellulose nicht von der Gährung ergriffen wird, und die Zellwände erhalten bleiben. — Dies letztere ist nun nach Tappeiner der Fall bei Gegenwart von großen Mengen löslicher Kohlenhydrate. In diesem Falle, wie z. B. bei starker Fütterung von Kartoffeln oder Rüben vergähren, wie er aus analogen künstlichen Gährungsversuchen folgert, nur stickstofffreie Extractstoffe, wie Stärke und Zucker, während die Rohfaser erhalten bleibt.

Während nun also Tappeiner die Sumpfgasgährung als die einzig mögliche Art

der Cellulose-Resorption ansieht, hat V. Hofmeister, zum Theil im Verein mit Ellenberger gefunden, daß die Cellulose auch ohne Sumpfgasgährung in beträchtlichem Maaße allein durch die lösende Kraft der Darmflüssigkeiten von den Wiederkäuern und vom Pferde verdaut wird. Darüber hat zunächst V. Hofmeister im Jahre 1881 Versuche mit Schafen veröffentlicht (V. Hofmeister: „Ueber Celluloseverdauung". Archiv für Thierheilkunde. Bd. 7 [1881], S. 169), wonach eine bestimmte Menge Heu von jungem Grase in eine Drahtkapsel eingeschlossen, mit Mull umhüllt und einem Schafe mit Hilfe des Pansenschnitts in den Pansen eingesenkt wurde. Nach drei Tagen wurde das Schaf geschlachtet und der verdaute Rest untersucht. Von der Rohfaser waren 78,4 % verdaut, und zwar, wie aus der Anordnung des Versuches nach der Meinung von Hofmeister hervorgeht, ohne Mitwirkung von Gährung. Indessen ist trotz der Isolirung durch Mull und die Drahtkapsel nicht ausgeschlossen, daß der Verlust an Rohfaser durch Gährung hervorgerufen ist. Für die Gährungsbakterien bildet jedenfalls der Mull keinen sicheren Verschluß. — Aehnliche Resultate erhielt V. Hofmeister in Bezug auf die Verdauung beim Pferde. (V. Hofmeister: „Ueber Celluloseverdauung beim Pferde". Archiv für Thierheilkunde; 11. 1885. Heft 1 und 2.) Zur künstlichen Verdauung wurden hier die natürlichen Flüssigkeiten aus dem Magen und Darm frisch getödteter Pferde auf die Rohfaser von zartem, im Juni gehauenen und zu Heu gemachten Grase einwirken gelassen. Dies Heu wurde auf der Mühle gemahlen, gesiebt, mit Schwefelsäure und Natronlauge behandelt und unter Wasser aufbewahrt. Der Saft vom Pferdemagen verdaute sehr wenig, dagegen die Darmflüssigkeit, besonders der Saft vom Inhalt des Blinddarmes und des Colons, 40—78 % der Cellulose. Dabei bildete sich aus dieser kein Zucker, wohl entwickelten sich aber Gase. — Zu ähnlichen Resultaten kommen Ellenberger und Hofmeister in der gemeinsamen Arbeit „Die Verdauung der Haussäugethiere". (Landwirthschaftliche Jahrbücher, 1887.) In derselben kommen sie zu dem Schluß, daß allerdings weder Speichel, noch Magensaft, noch Pankreassaft, noch Galle Cellulose zu verdauen vermögen, wohl aber die verschiedenen Darmflüssigkeiten; d. h. die Flüssigkeiten, die durch Abseihen und Auspressen des Inhalts der betreffenden Darmtheile gewonnen waren. So ist (S. 254) die Flüssigkeit aus dem Inhalte des Ileum und des hinteren Abschnittes des Jejunum im Stande, die Cellulose zu lösen. Ebenso wirkt die Flüssigkeit aus dem Coecum, sowie aus den ventralen und dorsalen Lagen des Colon und die Rectalflüssigkeit. Als Hauptverdauungsstätten der Cellulose bezeichnen sie das Coecum und den ventralen Theil des Colon; und zwar betonen sie ausdrücklich, daß diese Lösung der Cellulose vor sich gegangen sei ohne Gährung, auf dem gewöhnlichen Wege der Verdauung. Dieser letzte Schluß ist jedoch nach der Art der Versuchsanstellung nicht unbedingt berechtigt. V. Hofmeister selbst sagt (Archiv für Thierheilkunde, Bd. XI, 1885, S. 59): „In den von der Cellulose nach der Verdauung im Thermostat abfiltrirten Darmflüssigkeiten, welche jene theilweise gelöst hatten, findet sich kein aus gelöster Cellulose entstandener Zucker. Es ist auch nicht anzunehmen, daß die gelöste Cellulose unverändert als solche ins Filtrat übergeht; denn alsdann müßte doch der Gehalt dieser Filtrate an Trockensubstanz überhaupt, speciell aber an organischer Substanz gegenüber jenen vermehrt erscheinen, welche keine Cellulose lösten, also gegenüber den ursprünglichen natürlichen Darmflüssigkeiten, oder solchen, welche die Cellulose bei der

Digestion intact ließen. Dies ist aber, wie folgende Untersuchung zeigt, keineswegs der Fall". Nach den nun folgenden Untersuchungen enthalten auch in der That die Darmflüssigkeiten, welche Cellulose gelöst hatten, nur unerheblich mehr Trockensubstanz und organische Substanz als diejenigen, bei denen entweder Cellulose ganz ausgeschlossen oder nicht gelöst war; nämlich 1,241 g Trockensubstanz und 0,343 g organischer Substanz gegenüber 1,204 g und 0,300 g. Durch die gelöste Cellulose hätte nach der Berechnung der Trockensubstanzgehalt betragen müssen: 1,843 g und der an organischer Substanz 0,946 g. — V. Hofmeister schließt nun daraus weiter: „Darnach scheint es, als ob die Zerfallproducte der gelösten (verdauten) Cellulose gasiger Natur seien, wie sie bei der Vergährung der Cellulose auftreten (vergl. die Gährungsversuche von Tappeiner). Gasentwickelung unter Neigung zur Säurebildung ist auch von uns bei vorliegenden und früheren Versuchen während der Digestion der Darmflüssigkeiten mit Cellulose im Thermostat beobachtet worden, aber bei der Einrichtung unserer Versuche ließ sich der Beweis ihres Zusammenhangs mit und ihrer Abhängigkeit von der verdauten, in Lösung übergegangenen Cellulose nicht führen". — Für die Frage, ob in diesem Falle die Lösung der Cellulose durch die von Tappeiner untersuchte Sumpfgasgährung oder durch die rein verdauende Wirkung der Darmflüssigkeiten allein verursacht wurde, ist also in den Versuchen von V. Hofmeister das wichtige Criterium, nämlich die Untersuchung der entwickelten Gase, nicht beachtet worden. Es ist daher nicht bewiesen, daß bei den angeführten Versuchen nicht auch Sumpfgasgährung stattgefunden hat und die Cellulose nicht durch dieselbe gelöst wurde.

Aus Anlaß dieser Schlüsse aus den Arbeiten von V. Hofmeister, die von den in der gemeinsamen Arbeit von Ellenberger und Hofmeister: „Die Verdauung der Haussäugethiere" (Landwirthschaftliche Jahrbücher, 1887) am Ende gezogenen vollständig abweichen, stellte der Verfasser vorliegender Arbeit ähnliche Versuche an wie die oben angeführten von Hofmeister. Für die Ausführung derselben wurde mir vom Herrn Geheimen Oberregierungsrath Prof. Dr. J. Kühn gestattet, den Apparat des physiologischen Laboratoriums des landwirthschaftlichen Instituts der Universität zu Halle a. S. zu benutzen.

Es wurden zunächst einige Versuche angestellt über die Einwirkung von künstlichen Extracten vom Blinddarm von einem Schafe. Der Blinddarm wurde gewendet, sorgfältig gereinigt und mit einem Wiegemesser zerkleinert. Dann wurde er mit etwa 2 Liter 0,2 %iger Carbollösung 48 Stunden unter öfterem Umschütteln stehen gelassen und sodann durch ein Seihtuch von der Flüssigkeit getrennt. Von derselben wurden 500 ccm mit 5,8 g Leinrohfaser, wie sie in einer Papierfabrik hergestellt wurde und weiter unten noch näher beschrieben werden wird, mit 5,39 g Trockensubstanz in einer Kochflasche von etwa 1 Liter Inhalt auf einem Wasserbade angesetzt. Das letztere wurde constant auf einer Temperatur von 36—39° C erhalten, was bei geräumigen Wasserbädern sehr gut gelang. Es wurde dabei darauf gesehen, daß das Wasser außen an der Flasche höher stand als die Verdauungsflüssigkeit im Innern, um sicher zu sein, daß der Inhalt mindestens auch die Temperatur von 36° C hatte. Zur Ableitung der Gase führte durch den Kork der Flasche ein Rohr, an das sich ein Schlauch zur Weiterleitung in einen Cylinder anschloß. Dieser stand umgekehrt in Wasser und war mit einem doppelt durchbohrten Korke verschlossen, durch den das Gas-Zuleitungsrohr bis auf den Boden des Cylinders reichte, während das Wasserableitungsrohr innen mit der Fläche

des Pfropfens abschloß. Auf diese Weise wurde erreicht, daß die Wassersäule im Cylinder ebenso wie eine Saugpumpe wirkte, und die eventuell entstehenden Gasblasen aus der Verdauungsflüssigkeit loslöste. Diese sammelten sich dann in dem Cylinder und wurden nach Beendigung des Versuches untersucht. Dazu wurde folgender Apparat verwendet:

Das Gas wurde zuerst durch einen Geißler'schen Kaliapparat a geleitet, um etwa mitgerissenes Wasser absetzen zu lassen. Von da ging es durch einen Liebig'schen Kugelapparat b mit concentrirter Schwefelsäure, um alles Wasser zu binden und von den weiteren Apparaten abzuhalten; darauf folgte ein eben solcher Apparat c mit Kalilauge und ein mit festem Aetzkali gefülltes Uförmig gebogenes Rohr d. Die beiden Apparate mit flüssigem und festem Kali wurden vorher und nachher gewogen, und dadurch die in dem entwickelten Gase vorhandene Kohlensäure bestimmt. Weiter ging dann das Gas in dem Verbrennungsrohr e über glühendes Kupferoxyd, um die Kohlenwasserstoffverbindungen zu verbrennen. Von den Verbrennungsproducten wurde zuerst das Wasser in einem Uförmigen, mit Chlorcalcium gefüllten Rohre f aufgefangen, die Kohlensäure sodann wieder in einem Liebig'schen Kugelapparat g mit Kalilauge und in einem geraden, mit festem Aetzkali gefüllten Rohr h. Die drei letzten Apparate f, g, h wurden auch wieder vorher und nachher gewogen. Das Kupferoxyd wurde jedesmal vor dem Durchleiten des zu untersuchenden Gases im Luftstrome ausgeglüht, wobei die gewogenen Apparate fortgelassen wurden, doch dabei andere Kaliapparate vor dem Rohre angebracht waren, sodaß über das glühende Kupferoxyd nur wasser- und kohlensäurefreie Luft strich. Nach ungefähr halbstündigem Ausglühen wurden, ohne das Glühen des Verbrennungsrohres zu unterbrechen, die gewogenen Apparate in der obigen Reihenfolge eingeschaltet und das Gas aus dem Cylinder durch Wasserdruck in langsamem Tempo hindurchgetrieben. Nachdem das Gas vollständig aus dem Cylinder herausgetrieben war, wurde durch eine Saugvorrichtung durch den ganzen Apparat Luft gesaugt, welche durch ein vorgelegtes Kalirohr kohlensäurefrei gemacht war. Auf diese Weise wurden alle Gasanalysen ausgeführt.

Der oben angeführte Versuch mit dem Schleimhautextract des Blinddarms ergab nach 5 Tagen das Resultat, daß die Trockensubstanz der verwendeten Rohfaser sich nicht vermindert hatte; ebenso hatte keine Gasentwickelung stattgefunden. Dies war dasselbe Resultat, welches auch Hofmeister (a. a. O.) mit den Schleimhautextracten aller Theile des Darmcanals erhielt. Auch hier zeigten sich alle künstlich hergestellten Verdauungssäfte in Bezug auf Rohfaser wirkungslos. Wohl aber hatte in Hofmeisters Versuchen eine verhältnißmäßig sehr intensive verdauende Wirkung auf Rohfaser der Saft gezeigt, der aus dem Inhalte verschiedener Theile des Darmcanals, besonders vom Pansen- und Blinddarminhalt durch Abseihen und Auspressen gewonnen wurde. Es galt nun, auch diese Versuche zu wiederholen, und dabei die eventuell sich entwickelnden Gase einer Untersuchung zu unterziehen, um daraus zu entscheiden, ob die gefundene Lösung der Rohfaser infolge der von Tappeiner untersuchten Sumpfgasgährung oder durch eine rein dialytische Wirkung der noch im Darminhalte vorhandenen Verdauungsfermente erfolgt sei.

Zu diesem Zwecke wurde der Inhalt des Pansens eines Schafes, ebenso wie auch der des Blinddarms durch Seihtücher gepreßt, zu 0,25 % mit Carbolsäure versetzt und weiter

durch große Faltenfilter von Filtrirpapier filtrirt. Vom Filtrat wurden je 250 ccm zum Verdauungsversuche abgemessen. Der so hergestellte Pansensaft wirkte auf 2,320 g Rohfaser ein mit 2,164 g Trockensubstanz. Nach der Einwirkung bei einer Temperatur von 36—39° C innerhalb 5 Tagen ergaben sich 2,155 g Trockensubstanz = 99,58 % der verwendeten Trockensubstanz. Ebenso resultatlos blieb die Einwirkung des auf dieselbe Weise gewonnenen Blinddarmsaftes. 250 ccm davon wirkten bei der gleichen Temperatur und in derselben Zeit auf 3,189 g Leinrohfaser mit 2,974 g Trockensubstanz. Davon blieben nach der Einwirkung noch 2,965 g Trockensubstanz = 99,70 %. Zum Auffangen der eventuell sich entwickelnden Gase waren die obenbeschriebenen Vorkehrungen angebracht. Es hatte jedoch nicht die geringste Gasentwickelung stattgefunden.

Da nun zu vermuthen war, daß in dem eben geschilderten Versuche durch das lange Zeit in Anspruch nehmende Filtriren durch Papierfilter die Verdauungssäfte unwirksam geworden seien, so wurde im nächsten Versuche, der zur nochmaligen Prüfung des Pansensaftes dienen sollte, die Flüssigkeit durch bloßes Durchseihen durch ein Seihtuch gewonnen, ohne weiteres Filtriren durch Papier. Dabei wurde angenommen, daß alle Theile des Verdauungssaftes, welche mit durch das Seihtuch gingen, auch bei der Wiedergewinnung der Rohfaser wieder daraus entfernt wurden, und in Lösung gingen. Die Rohfaser wurde wieder gewonnen durch dieselbe Behandlung, wie bei der in der ganzen Arbeit benutzten Methode der Rohfaserbestimmung. Um zu prüfen, ob diese Art der Wiedergewinnung nach der Einwirkung der Verdauungssäfte hierfür brauchbar sei und nicht andere Fehlerquellen verursache, wurde 1,038 g Rohfaser = 0,968 g Trockensubstanz mit destillirtem Wasser in einer Flasche während 5 Tagen einer Temperatur von 36—39° C ausgesetzt, dann in einer Rohfaserbirne durch einen Glaswollpfropfen filtrirt, mit 150 ccm Wasser und 50 ccm 5 %iger Schwefelsäure ½ Stunde gekocht, drei Mal mit heißem Wasser ausgewaschen, dann wieder mit 150 ccm Wasser und 50 ccm 5 %iger Natronlauge ½ Stunde gekocht und drei Mal mit Wasser ausgewaschen. Der Rückstand wurde darauf dreimal mit Alkohol und ebenso oft mit Aether ausgewaschen, getrocknet, zusammen mit der Glaswolle in einen Porzellantiegel gebracht, bei 100—110° C nochmals getrocknet und nach dem Erkalten gewogen. Durch Glühen wurde nun alles Organische verbrannt und das Uebrige wieder gewogen; die Differenz ergab die Rohfaser, in diesem Falle 0,871 g = 89,98 % der ursprünglich verwendeten, trocknen Rohfaser. Es hatte also durch die geschilderte Behandlung die trockene Rohfaser 10,02 % verloren und diese Zahl mußte also bei allen weiteren Versuchen mit Verdauungsflüssigkeit als Correction dienen für die Höhe des Verlustes, der durch die Einwirkung der künstlichen Verdauung hervorgerufen wurde.

Zur Prüfung des Pansensaftes unter diesen Gesichtspunkten wurde nun der Inhalt des Pansens eines Schafes auf einem Seihtuche mit 500 ccm 0,25 %iger Carbollösung übergossen, in einer großen Schale öfters damit durchgeknetet, und dann ausgepreßt. Die erhaltene Flüssigkeit wurde in annähernd gleichen Theilen mit 1,542 g Rohfaser und 4,180 g Kartoffelstärke in Kochflaschen zur Verdauung angesetzt. Die gleichmäßige Temperatur wurde auch hier, wie bei den weiteren künstlichen Verdauungsversuchen in größeren Wasserbädern sehr gut erhalten; sie war constant zwischen 36—39° C. Die aus dem Verdauungsgefäß sich entwickelnden Gase wurden, wie schon oben beschrieben, in Glascylindern über Wasser aufgefangen.

Nach 5 Tagen wurde der Versuch beendet und die Rohfaser aus dem einen Teil in der oben beschriebenen Weise wiedergewonnen. Die Stärke konnte nicht wieder rein erhalten werden, also ein eventueller Verlust durch den Verdauungssaft nicht nachgewiesen werden. Auf den bloßen Augenschein hin konnte ein Verkleistern nicht wahrgenommen werden. Es hatte sich jedoch auch eine gewisse Menge Gase entwickelt, welche untersucht wurden.

Von der Rohfaser wurde nach Beendigung des Versuches 1,100 g trockene Substanz wiedergewonnen, was einem Verluste von 23,50 % der reinen Rohfaser entspricht.

Rohfaser in 1,542 g ursprünglicher Substanz (93,26 %) 1,438 g
Nach den Versuchen wiedergewonnen . . . . . 1,100 „
Verlust: . . . . . 0,338 g = 23,50 %.

Der Wasser- und Aschegehalt war an einer besonderen Probe bestimmt. 2,900 g Rohfaser ergaben 2,7375 g Trockensubstanz und 0,033 g Asche, also 2,7045 g trockne, aschenfreie Rohfaser = 93,26 %. Diese Zahl wurde bei allen Versuchen zur Ermittelung der trockenen, aschefreien Rohfaser benutzt.

Die bei der Einwirkung des Pansensaftes auf Rohfaser und Stärke entwickelten Gase waren folgendermaaßen zusammengesetzt:

a. Bei der Rohfaserverdauung: 0,563 g CO_2;

Als verbrennbare Kohlenwasserstoffverbindungen, CH_4 u. a.: 0,0050 g H und 0,0255 g C.

b. Bei der Stärkeverdauung: 0,937 g CO_2;

Als Kohlenwasserstoffverbindungen: 0,021 g H, 0,065 g C.

Zum Vergleich wurde nun in einem nächsten Versuch der Saft vom Inhalt des Labmagens mit herangezogen. Der Inhalt vom Labmagen eines Schafes wurde mit 200 ccm 0,25 %iger Carbollösung durch ein Seihtuch gedrückt und dadurch 210 ccm Flüssigkeit gewonnen. Damit wurden 2,7065 g Rohfaser zur Verdauung angesetzt in der gewöhnlichen, oben beschriebenen Weise und mit Vorrichtungen zum Auffangen der Gase. Nach 5 tägigem Stehen bei einer constanten Temperatur von 36—39° C hatte sich kein Gas entwickelt und nach der Wiedergewinnung der Rohfaser zeigte sich ein Verlust von 6,81 %.

In den verwendeten 2,7065 g Substanz waren enthalten
2,524 g aschefreie, trockene Rohfaser; wiedergewonnen wurden
2,352 „
0,172 g Verlust = 6,81 %.

Ferner wurde der Inhalt von dem Blinddarm eines Schafes mit 500 ccm 0,25 %iger Carbollösung durch ein Seihtuch gedrückt, wodurch auch 500 ccm Flüssigkeit wiedergewonnen wurde. Dieselbe wurde mit 3,740 g Rohfaser zur Verdauung angesetzt. Nach 5 Tagen wurde der Versuch beendet, und ein Verlust an trockner aschefreier Rohfaser von 20,21 % festgestellt. Die verwendete Rohfaser enthielt
3,488 g trockene, aschefreie Substanz; wieder gewonnen wurden
2,783 „ also war Verlust
0,705 g = 20,21 %.

Die entwickelten Gase waren wieder in der bekannten Weise aufgefangen und analysirt

worden. Es ergaben sich dabei 0,103 g CO_2; als Kohlenwasserstoffverbindungen: 0,0001 g H, 0,0052 g C.

In einem weiteren Versuche wurde aus dem Blinddarminhalte nach Zusatz von ca. 250 ccm 0,25 %iger Carbollösung durch Auspressen in einem Seihtuche 250 ccm Saft gewonnen und mit 2,504 g Rohfaser zur Verdauung unter den oben beschriebenen Verhältnissen angesetzt. Nach 5 tägiger Einwirkung bei einer Temperatur von 36—39° C ergab sich ein Verlust an trockener aschefreier Rohfaser von 71,78 %. In der verwendeten Rohfaser waren vorhanden

2,335 g trockene, aschefreie Rohfaser; wiedergewonnen wurden
0,659 „ also Verlust
1,676 g = 71,78 %.

Diese außerordentlich hohe lösende Wirkung des Verdauungssaftes in diesem Versuche im Gegensatze zu dem vorhergehenden ist besonders dem Umstande zuzuschreiben, daß es diesmal gelungen war, den Saft so schnell zu gewinnen, daß er noch einen Theil der Körperwärme besaß, als er mit der Rohfaser zusammen in den Verdauungsapparat kam. Die Veränderungen, die dieser Saft also seit dem Schlachten des Thieres erlitten hatte, waren in diesem Falle jedenfalls auf ein Minimum reducirt worden. In den übrigen Versuchen war ja allerdings die Verarbeitung des Darminhaltes nach Möglichkeit beschleunigt worden, jedoch war durch die Versuche, die Lösung mit Hilfe von Seihtüchern, und in den ersten Versuchen mit Hilfe von Filtrirpapier möglichst klar zu erhalten, noch immer zu viel Zeit verschwendet worden. Jedenfalls waren durch die schnelle Verarbeitung des Darminhaltes die natürlichen Verhältnisse mehr erhalten, und andererseits durch die verwendete Methode der Wiedergewinnung der Rohfaser die Gefahr vermieden, daß durch Theile der Verdauungssäfte die nach der Einwirkung der letzteren verbleibende Rohfaser vermehrt wurde.

Die Gase, die sich bei dem letzten Versuche entwickelt hatten, waren aufgefangen und analysirt worden. Leider konnte in Folge eines Unfalles bei der Verbrennung das Wasser nicht bestimmt werden, das bei der Verbrennung der Kohlenwasserstoffverbindungen sich gebildet hatte. Im Uebrigen wurde Folgendes gefunden: Zum bei weitem größten Theile bestanden die Gase aus Kohlensäure. Es wurde gefunden: 0,906 g CO_2.

An Kohlensäure, die durch Verbrennung der Kohlenwasserstoffverbindungen entstanden war, wurde erhalten 0,0270 g, entsprechend 0,0074 g C. Das gebildete Wasser wurde, wie erwähnt, nicht bestimmt.

In einem neuen Versuche wurde der Inhalt von 2 Blinddärmen vom Schaf mit etwa 500 ccm Wasser durch ein Seihtuch gepreßt, und die gewonnene Flüssigkeit zu 0,25 % mit Carbolsäure versetzt. Von dieser Flüssigkeit wurden 300 ccm mit 3,031 g Rohfaser zur Verdauung angesetzt; die übrigen 260 ccm wurden ohne Rohfaser in derselben Zeit derselben Behandlung unterworfen, um zu sehen, wie sich der in der erwähnten Weise gewonnene Blinddarmsaft allein ohne Rohfaser bei der Verdauungstemperatur verhält. In beiden Fällen fand eine gleich lebhafte Gasentwickelung statt von etwa 2—3 Liter; die Gase konnten jedoch diesmal nicht analysirt werden. Nach einer Einwirkung von 5 Tagen waren von der trockenen,

aschefreien Rohfaser 41,63 % verloren gegangen. In den verwendeten 3,031 g Rohfaser waren enthalten:

2,827 g trockene, aschefreie Substanz; wiedergewonnen wurden
1,650 g; also Verlust:
1,177 g = 41,63 %.

Dieser Versuch wurde wiederholt und der Blinddarmsaft wieder in derselben Weise hergestellt. Von ihm wurden 350 ccm mit 4,272 g Rohfaser und andere 350 ccm allein ohne Rohfaser unter gleichen Verhältnissen und unter gleicher Temperatur angesetzt. Nach 5 Tagen ergab sich bei der Rohfaser ein Verlust von 44,53 %. In 4,272 g Rohfaser waren enthalten:

3,984 g trockene, aschefreie Substanz; wiedergewonnen wurden
2,210 g; also Verlust:
1,774 g = 44,53 %.

In beiden Fällen hatte wieder eine lebhafte Gasentwickelung stattgefunden. Die Analyse der Gase ergab Folgendes:

a) Mit Rohfaser angesetzter Blinddarmsaft: 0,242 g CO_2.
Als Kohlenwasserstoffverbindungen: 0,0088 g H, 0,0125 g C.
b) Ohne Rohfaser: 0,0843 g CO_2.
Als Kohlenwasserstoffverbindungen: 0,0076 g H, 0,0244 g C.

Der reine Blinddarmsaft hatte also auch eine Gährung durchgemacht, welche aber erheblich weniger Kohlensäure geliefert hatte, während der mit Rohfaser angesetzte Saft vorwiegend Kohlensäure entwickelt hatte. Dasselbe Resultat haben auch alle übrigen Versuche, auch der mit Stärke ergeben, nämlich, daß überall der Hauptbestandtheil der Gase Kohlensäure war, während verbrennbare Kohlenwasserstoffverbindungen entweder nur in geringen Mengen oder nur in Spuren vorkamen, welche als innerhalb der Fehlergrenzen liegend nicht zu rechnen sind.

In Folgendem sei die Gasentwickelung in allen Versuchen noch einmal zusammengestellt:

	Verluste an Rohfaser	Kohlensäure	Kohlenwasserstoffverbindungen	
			Wasserstoff	Kohlenstoff
I. Pansensaft mit Rohfaser	0,338 g	0,563 g	0,005 g	0,0255 g
II. „ mit Stärke	—	0,937 „	0,021 „	0,0650 „
III. Labmagensaft mit Rohfaser	0,172 „	—	—	—
IV. Blinddarmsaft „ „	0,705 „	0,103 „	0,0001 „	0,0052 „
V. „ „ „	1,676 „	0,906 „	—	0,0074 „
VI. „ „ „	1,177 „	—	—	—
VII. „ ohne Rohfaser	—	—	—	—
VIII. „ mit „	1,774 „	0,242 „	0,0088 „	0,0125 „
IX. „ ohne „	—	0,0843 „	0,0076 „	0,0244 „

Es scheint also die Gasentwickelung unabhängig von der Menge der gelösten Rohfaser zu sein, und andererseits in der Hauptsache das Product einer Kohlensäuregährung

darzustellen, während die verbrennbaren Kohlenwasserstoffverbindungen eine untergeordnete Rolle spielen. Die letzteren scheinen überhaupt mehr durch die Zersetzung der Verdauungsflüssigkeiten selbst zu entstehen, und in ihrer Menge und Zusammensetzung von den individuellen Verhältnissen des Thieres abzuhängen. Diese Zersetzung oder Gährung der Verdauungsflüssigkeit scheint dann auch die Rohfaser mit zu ergreifen, sie aber, ohne alle Theile zu der von Tappeiner untersuchten Zerlegung oder Sumpfgasgährung heranzuziehen, nur in eine löslichere Form überzuführen, die dann der Verdauung direct zugänglich ist.

Da der Labmagenversuch einen sehr niedrigen Procentsatz für die Verdaulichkeit ergeben hatte, der noch niedriger war, als der bei der Behandlung mit destillirtem Wasser, 6,81 % gegen 10,02 % bei letzterem, so wurde noch ein weiterer Versuch angestellt, in dem die verdauende Wirkung auf Rohfaser, sowie auf Fibrin festgestellt werden sollte, um zu ersehen, ob der Verdauungssaft auch in der That wirksam sei. Es wurde dabei angenommen, daß ein normaler Labmagenextract das Blutfibrin vollständig zu lösen vermag. Dasselbe wurde gewonnen durch Ausrühren aus Schweineblut, nachheriges Auswaschen, Entwässern durch Alkohol, Trocknen und Zerreiben als mäßig feines Pulver. Durch die Analyse ergab sich darin ein Stickstoffgehalt von 13,924 % und ein Gehalt an Trockensubstanz von 94,00 %.

Zur Herstellung des Labmagensaftes wurde der Inhalt von 2 Labmagen von Schafen mit 500 ccm 0,25 %iger Carbollösung in einen Flanellbeutel gespült und ausgepreßt. Es wurden dadurch 380 ccm Flüssigkeit gewonnen. Je 190 ccm davon wurden mit 2,348 g Rohfaser und 5,138 g Fibrin zur Verdauung angesetzt. Nach 5 Tagen wurde der Versuch beendet und festgestellt, daß das Fibrin vollständig unverdaut geblieben war, während von der Rohfaser 6,90 % verloren gegangen waren, also ebensoviel, wie im ersten Labmagenversuch (6,81 %). Ein in der erwähnten Art hergestellter Labmagensaft war also in der That nicht im Stande, den gleich großen Theil der Cellulose zu lösen, als es durch 5tägiges Digeriren mit destillirtem Wasser erreicht wurde. Derselbe Labmagensaft war aber überhaupt nicht normal gewesen, da er sich auch auf Blutfibrin als vollkommen unwirksam erwiesen hatte. — In einem weiteren Versuche sollte nun versucht werden, einen normalen und möglichst wirksamen Verdauungssaft aus dem Labmagen zu gewinnen und dessen Wirkung auf Rohfaser zu prüfen. Zu dem Zwecke wurde nun die Schleimhaut von 2 Labmagen von Schafen lospräparirt, in kleine Stücke zerschnitten und in einer Flasche mit 3 Liter destillirten Wassers übergossen. Außerdem wurden noch 100 ccm 10 %iger Salzsäure und 3 g Salicylsäure zugesetzt. Nach 2 Tagen wurde die Flüssigkeit durch einen Flanellbeutel abgegossen, nochmals durch starkes Filtrirpapier filtrirt und je 250 ccm von der klaren Flüssigkeit mit 2,618 g Rohfaser und 3,281 g Blutfibrin zur Verdauung angesetzt. Das letztere war schon nach etwa 2 Stunden bis auf geringe Spuren gelöst, die im Verlaufe der nächsten Stunden auch noch vollständig in Lösung gingen, sodaß beim Abfiltriren nicht der geringste Rückstand erhalten wurde. Die Rohfaser wurde 6 Tage unter der Einwirkung des Labmagenextractes gelassen; danach wurde die Rohfaser wiedergewonnen und ein Verlust von 7,58 % festgestellt. Es hatte sich also auch eine auf Fibrin vollständig wirksame Verdauungsflüssigkeit auf Rohfaser vollkommen unwirksam erwiesen, indem auch hier aus denselben Gründen wie oben der Verlust von 7,58 % nicht berücksichtigt werden kann.

Es steht also fest, daß die Rohfaser im Labmagen nicht verdaut wird, daß vielmehr die hauptsächlichsten Stätten ihrer Lösung im Pansen, sowie ganz besonders aber im Blinddarm zu finden sind, wo sie theils mit Hilfe von Gährung direct gelöst, theils in leichter lösliche Formen übergeführt wird. Die erwähnten durch Beihilfe von Gährung aus der Rohfaser entstehenden leichter löslichen Stoffe sind zu vergleichen mit dem „Amyloid" genannten Umwandlungsproduct, welches durch die Einwirkung von Schwefelsäure auf Cellulose entsteht. Dasselbe hat dann verschiedene Eigenschaften, die auch der Stärke zukommen, besonders ist das Amyloid leichter löslich und wird wie Stärke durch Jod blau gefärbt. Es ist wahrscheinlich, daß dies oder ähnliche Körper die Zwischenformen bilden, in welche die Cellulose in den Verdauungsorganen übergeführt werden muß, ehe sie zur Resorption gelangt. Ob die erwähnte Ueberführung in die Zwischenformen nun mit Hilfe von Gährung, oder direct durch Verdauungssäfte, oder durch beides geschieht, muß vorläufig noch dahingestellt bleiben.

Es fragt sich nun, hat die im Ganzen verdaute Cellulose für die Ernährung und Erhaltung des Thierkörpers eine Bedeutung, ähnlich derjenigen der stickstofffreien Extractstoffe oder nicht?

In dieser Frage sind nun zunächst Versuche gemacht worden, die ohne Rücksichten auf die Ansichten über die Art der Resorption nur durch Vergleiche mit den stickstofffreien Extractstoffen die Wirkung der verdauten Rohfaser feststellen wollten, während andererseits Versuchsanstelller von der Ansicht Tappeiner's ausgingen, und die Nährwirkung der isolirten Gährungsproducte der Cellulose festzustellen suchten; endlich bestimmten noch andere Autoren die Nährwirkung der verdauten Rohfaser zwar auch durch vergleichende Verwerthungsversuche, erklärten aber dann ihre Resultate allein auf Grund der Tappeiner'schen Hypothesen.

Die ersten Thierversuche, welche die Nährwirkung des verdauten Antheils der Rohfaser überhaupt feststellen sollten, wurden von v. Knieriem (Zeitschrift für Biologie, Bd. XXI) und von Weiske (Zeitschrift für Biologie, Bd. XXII) ausgeführt. Der erstere stellte seine Versuche mit Kaninchen an und verglich die „eiweißsparende" Wirkung der stickstofffreien Extractstoffe mit derjenigen der verdauten Cellulose, und bestimmte diese Art von Nähreffect aus dem jeweiligen Stickstoffumsatz, beziehentlich Ansatz im Körper. Er fand dabei für die verdaute Rohfaser eine analoge eiweißsparende Wirkung wie bei den stickstofffreien Extractstoffen. Die Versuchsanstellung mit einem so kleinen Thier, wie ein Kaninchen, ist jedoch, wie auch die sonstigen Kritiker hervorheben, nicht so genau möglich, daß die Resultate als allgemein giltig angesehen werden können; besonders das Auffangen der Excremente, welche, wie besonders der Harn bisweilen unregelmäßig entleert werden, ist mit großen Fehlerquellen behaftet, indem gewisse Verluste bei der geringen Menge der Ausscheidungsstoffe procentisch schon sehr ins Gewicht fallen. Die Thiere wurden überdies bei den Versuchen von v. Knieriem in den meisten Fällen krank, starben sogar bei einigen Versuchen, oder verloren bedeutend an Körpergewicht während der Versuchsdauer, sodaß die Verhältnisse dabei wohl nicht als normale angesehen werden können.

Weiske dagegen stellte seine Versuche mit einem Hammel an, den er möglichst in normalem Zustande zu erhalten bestrebt war. In einer Vorfütterung von 16 Tagen zur

Feststellung der Verdaulichkeit des Haferstrohes erhielt allerdings das Versuchsthier nur 500 g Haferstroh mit 2,6 g verdaulichem Stickstoff. Diese Fütterungsperiode, sowie der Uebergang zu der sogleich darauf folgenden mit 500 g Bohnenschrot ohne alle Beigabe und mit 20,51 g verdaulichem Stickstoff ist jedenfalls nicht ganz ohne schädigenden Einfluß auf die Verdauungsthätigkeit des Thieres geblieben, wenn derselbe auch in den nachfolgenden Versuchsperioden wahrscheinlich wieder überwunden war. Der eigentliche Fütterungsversuch bestand aus 5 Perioden:

I. 500 g Bohnenschrot.

II. 490 g Bohnenschrot und 515 g Haferstroh, das letztere mit 88 g verdaulicher Rohfaser und 82 g verdaulicher stickstofffreier Extractstoffe.

III. 500 g Bohnenschrot und 166,7 g reiner Stärke und Zucker.

IV. 490 g Bohnenschrot und 515 g Haferstroh mit der Zusammensetzung wie oben.

V. 500 g Bohnenschrot und 83,40 g Stärke und Zucker.

Im ersten Versuche wurden 0,42 g Stickstoff im Harn und Koth mehr ausgeschieden als im Futter aufgenommen; im zweiten Versuche wurden 2,76 g N im Körper angesetzt; in Versuch III. 5,09 g; in Versuch IV. 1,55 g und in Versuch V. 2,89 g. Daraus folgert Weiske, daß „die eiweißersparende Wirkung des Haferstrohes allein den 82 g verdaulichen stickstofffreien Extractstoffen zuzuschreiben ist, daß sich dagegen die verdauliche Rohfaser in dieser Beziehung vollkommen indifferent verhält, und daß, den bisherigen Annahmen entgegen, die Cellulose keine dem Stärkemehl und anderen verdaulichen Kohlehydraten analoge eiweißsparende Wirkung besitzt, da die für den Tag aufgenommenen 88 g verdaulicher Cellulose ohne bemerkbaren Einfluß auf den Eiweißumsatz geblieben sind." Zur Widerlegung dieses Resultats ist nun von einigen Kritikern die Berechnung der Weiske'schen Versuche unter Berücksichtigung der Stoffwechselproducte durchgeführt worden, und zwar mit der Annahme von O. Kellner's Resultaten, daß für 100 g verdauter Trockensubstanz 0,4 g Stoffwechselproducte im Kothe ausgeschieden werden. Mit dieser Modification, wenn man die so berechneten Stoffwechselproducte vom unverdauten Rohproteïn abzieht, sie aber dann nicht weiter berücksichtigt, erhält man für den Stickstoffansatz in Versuch II. und IV. Zahlen, die für eine immerhin bedeutende Nährwirkung, etwa 50 % der Wärmenergie der Cellulose, sprechen. In den Weiske'schen Versuchen handelt es sich jedoch um eine reine Differenzrechnung zwischen Stickstoff-Einnahme und -Ausgabe, gleichgiltig, wozu der Stickstoff im Körper verwendet worden ist. Wenn man also die Stoffwechselproducte von dem im Kothe ausgeschiedenen Proteïn abzieht, so muß man sie dafür als eine dem Harn analoge Ausscheidung ansehen, und daher zugleich mit dessen Stickstoff in Abrechnung bringen, sodaß das Resultat, der Stickstoffansatz, dann dasselbe bleibt. Wenn eben zwei Futterstoffe bei ihrer Verdauung verschiedene Mengen von Stoffwechselproducten bedürfen, so entzieht derjenige, welcher mehr braucht, auch um so viel mehr Stickstoff dem Körper, und ist daher um so viel weniger werth, als der andere, welcher weniger Verdauungssecrete bedarf. Ueberdies ist, besonders nach der Kritik von Kennepohl, die Berechnung der Stoffwechselproducte nach den Kellner'schen Verhältnißzahlen durchaus noch nicht zuverlässig. Der Punkt, an dem die Weiske'schen Versuche angreifbar sind, liegt vielmehr an anderer Stelle, und zwar ist die Vergleichung

seiner Resultate dadurch getrübt, daß die Wirkung von reiner Stärke und Zucker, die beide notorisch gleichwerthig sind, nicht mit der von reiner verdauter Rohfaser allein verglichen wurde, sondern mit derselben plus einer beträchtlichen Menge von verdaulichen stickstofffreien Extractstoffen, deren Natur und bez. Nährwerth durchaus noch nicht bekannt sind. Wenn man z. B., wie es nahe liegt, annimmt, daß die stickstofffreien Extractstoffe des Haferstrohes nicht denselben Nährwerth in ihren Umsetzungsproducten besitzen, als chemisch reine Stärke und Zucker, so muß der Cellulose auch nach den Versuchen von Weiske immerhin ein gewisser Nährwerth zukommen.

Zu ähnlichen Resultaten, wie Weiske in Fütterungsversuchen am Schafe kam E. v. Wolff beim Pferde. Er äußert sich darüber folgendermaaßen: (Nobbe, Landwirthschaftliche Versuchsstationen, Bd. 34, 1887. Bericht der Section für landwirthschaftliches Versuchswesen der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden, d. 20 Sept.) „Nach den Versuchen in Hohenheim sowie in Paris von L. Grandeau und Leclerc hat sich ergeben, daß die Nährstoffmenge, die für den Tag erforderlich ist, um 500 kg des Lebendgewichtes des Pferdes ohne alle Arbeitsleistung in einem mittleren Ernährungszustande zu erhalten, von 4400—3500 g wechselt, je nachdem darin an verdaulicher Rohfaser mehr oder weniger vorhanden, das Gesammtfutter also mehr oder weniger intensiv nährend oder leicht verdaulich ist, daß dagegen überall diese Nährstoffmenge etwa 3300—3350 g beträgt, wenn man die verdaute Rohfaser von der im Ganzen verdauten organischen Substanz in Abzug bringt. Die bis jetzt erzielten Versuchsresultate kann man folgendermaaßen zusammenfassen:

1. Die verdaute Rohfaser, mag dieselbe den Rauh- oder Kraftfutterarten angehören, hat für die Ernährung des Pferdes anscheinend gar keinen Werth, weder für die Erhaltung dieses Thieres bei völliger Ruhe im Stall, noch auch für seine Leistungsfähigkeit bei der Arbeit.

2. Wenn man die verdaute Rohfaser von der Gesammtmenge der verdauten organischen Substanz abzieht, dann kann man den Rest für Rauh und Kraftfutter als gleichwerthig in Rechnung bringen."

Diese durchaus negativen Resultate lassen sich wahrscheinlich dadurch erklären, daß das Pferd eben weniger gut die Rohfaser zu verdauen vermag als die Wiederkäuer, einestheils wegen der größeren Schnelligkeit, mit der das Futter den Darmcanal des Pferdes passirt, anderntheils wegen einer vermuthlich andern Beschaffenheit der Verdauungssäfte. Außerdem geht die Tappeiner'sche Cellulosegährung beim Pferd erst im Blinddarm vor sich, und zwar weniger intensiv als beim Wiederkäuer, sodaß die dieser Gährung anheimfallenden Theile der Rohfaser nur erst spät und in beschränkter Menge zur Wirkung kommen, und die in den Zellen eingeschlossenen übrigen Nährstoffe ebenfalls nur erst spät und unvollständig frei werden.

Die Tappeiner'sche Cellulosegährung als alleinige Art angenommen, wie die Cellulose bei der Verdauung zur Resorption kommen kann, haben Henneberg und Stohmann (Zeitschrift für Biologie, Bd. XXI, 1885.) theoretisch den Nährwerth derselben berechnet, indem sie als sicheren Maaßstab für die Nährwirkung von Fett und Kohlehydraten die Wärmenergie ansehen, welche dieselben bei der Verbrennung hervorbringen, gleichviel, ob dieselbe im Darm oder erst beim Stoffwechsel in den Geweben des Körpers vor sich geht. Danach stellen sie

die Frage: „Welche Menge von Spannkraft wird dem Körper bei der Umwandlung der Cellulose im Verdauungsapparate geliefert?“

Sie finden, daß die Wärmeenergie der Cellulose gleich ist der Summe derjenigen der einzelnen Stoffe, welche sich bei der Gährung der Cellulose im Darmcanal entwickeln. Die Wärmewerthe vertheilen sich dann folgender Maaßen:

100 g Cellulose (100×4146)	= 414 600	cal. und:
33,5 g CO_2	0	cal.
4,7 g CH_4 (4,7×13344)	62 717	„
33,6 g Essigsäure, à 3505	117 768	„
33,6 g Buttersäure, à 5647	189 739	„
Gährungswärme	44 376	„
Sa:	414 600	cal.

Henneberg und Stohmann folgern nun: „Wenn der Gährungsproceß der Cellulose im Darmcanal wirklich so verläuft, wie nach den Tappeiner'schen Versuchen angenommen wird, und wenn selbst die Gesammtmenge des Sumpfgases für den Organismus verloren geht, so wird der Nährwerth der Cellulose allerdings nicht so hoch sein, wie bislang angenommen ist, sondern es ist derselbe um den Betrag des Wärmewerthes des Sumpfgases zu verringern. Dessen Größe ist 62 717 cal. für je 100 g der vergohrenen Cellulose oder in runder Zahl 15 % des Gesammtwerthes. Trotz dieser Verringerung bleibt die Cellulose ein Nährstoff von hoher Bedeutung; 266 Theile derselben sind unter diesen Umständen mit 100 Theilen Fett isodynam.“ Hiernach wird also die Wärmeenergie der verdauten Stoffe als absoluter Maaßstab für den Nährwerth derselben angesehen, ohne Rücksicht darauf, ob die betreffenden Stoffe wirklich zur vollständigen Verbrennung in den Körpergeweben gelangen, oder ob sie schon nach unvollkommeren Umsetzungen zur Ausscheidung kommen. Andererseits wird angenommen, daß die übrigen Gährungsproducte, Essigsäure und Buttersäure, vollständig zur Verdauung und Nährwirkung gelangen, und zwar auf Grund der Versuche von Wilsing (Zeitschrift für Biologie, Bd. XXI. S. 625.), wo bei einer Resorption von 233 g Cellulose, die 157 g flüchtige Säuren hätten ergeben müssen, nur 2 g im Harn und 1,8 g im Kothe nachzuweisen waren, welche Spuren auch aus anderen Nahrungsbestandtheilen entstanden sein konnten. — Dabei wird also immer vorausgesetzt, daß die Verdauung der Cellulose einzig durch die Sumpfgasgährung unter Bildung von flüchtigen Fettsäuren vor sich gehen kann. Nach den Ausführungen weiter oben ist jedoch anzunehmen, daß es in den Versuchen von Wilsing eben auch nur zu geringerer Säurebildung gekommen ist, während die Hauptmasse der gelösten Cellulose auf andere Weise verdaut ist.

In einer neueren Arbeit folgert nun auch F. Lehmann („Versuche über die Bedeutung der Cellulose als Nährstoff.“ Journal für Landwirthschaft, Jahrgang 37, 1889) besonders aus der Thatsache, daß Tappeiner nach seinen Versuchen die Mitwirkung der anderen Nährstoffe außer der Cellulose bei der Sumpfgasgährung nicht gänzlich bestreiten kann, daß der von Henneberg und Stohmann berechnete Verlust von 15 % an Spannkraft, den die Cellulose bei ihrer Lösung erleiden soll, eher zu hoch als zu niedrig gegriffen ist, und daß

auch die Möglichkeit einer gleichmäßigen Betheiligung aller Kohlehydrate an der Methanbildung im Darmcanal nicht ausgeschlossen ist.

Um dies noch weiter aufzuklären, ist nun in Göttingen noch unter der Leitung von Professor Henneberg eine Reihe von Versuchen angestellt, „welche

1. Den Einfluß der verdauten Rohfaser auf den Eiweißumsatz im Thierkörper,
2. Den Nährwerth derselben überhaupt feststellen sollten.

Zur Lösung der ersten Frage wurden 2 Versuchsreihen ausgeführt, von welchen die eine nach dem Weender Verfahren hergestellte Strohrohfaser mit Stärke, die zweite die Rohfaser und die stickstofffreien Extractstoffe des Haferstrohes mit dem Zucker in ihrer eiweißersparenden Wirkung vergleicht.

Die zweite Frage wurde durch Mastversuche in Angriff genommen. 5 Abtheilungen von Hammeln erhielten ein mäßiges Mastfutter, welches so zusammengesetzt war, daß bei gleichen Mengen an stickstoffhaltigen die stickstofffreien Stoffe sich in 3 Abtheilungen wesentlich aus Zucker, stärke- und fettartigen Bestandtheilen, in 2 Abtheilungen aus rohfaserreichen zusammensetzten. Aus der Lebendgewichtszunahme konnte dann im Ganzen ein Schluß auf den Nährwerth der Cellulose erwartet werden."

In dem Referat über die erste Art von Versuchen, kommt F. Lehmann zu dem Resultat, daß sich die eiweißsparenden Wirkungen gleicher Gewichtsmengen von stickstofffreien Extractstoffen und künstlich bereiteter Rohfaser verhalten wie 100 : 61,0 und diejenigen des Rohrzuckers und der Rohfaser des Haferstrohes wie 100 : 75,7. Jedoch stellt der Referent diese Resultate wegen verschiedener störender Einflüsse, die bei den Versuchen vorkamen, noch nicht als sicher hin und spricht die Hoffnung aus, daß weitere Versuche, die unter größeren Vorsichtsmaaßregeln angestellt werden, erweisen werden, wie weit mit obigen Verhältnißzahlen das Richtige getroffen ist.

Außer dem Verlust von 15 %, der sich durch das gebildete Sumpfgas auch nach der Anerkennung von Henneberg und Stohmann ergiebt, will nun J. Kühn („Zweckmäßigste Ernährung des Rindviehs." Gekr. Preisschrift, 10. Aufl. 1891. S. 165 und 166.) auch noch die Gährungswärme (44 376 cal. oder 10,7 % des Gesammtwerthes) von der Wirkung der Cellulose in Abzug bringen. Er führt aus, daß, wenn auch diese im Darm sich entwickelte Gährungswärme bei niedriger Außentemperatur etwas zur Erhaltung der Körperwärme beiträgt, sie doch nicht der bei dem Uebergange der anderen Nährstoffe in den Lebensproceß freiwerdenden Nährwirkung und Lebensenergie annähernd gleich zu setzen ist. J. Kühn zieht daher von dem Wärmeeffect der Cellulose 15,1 + 10,7 = 25,8 % als nicht wirksam für die Ernährung des Thierkörpers ab. Außerdem ergeben die in den Wilsing'schen Versuchen im Harn und Koth wiedergefundenen Säurereste von 2 resp. 1,8 g auf 100 g verdauter Cellulose einen weiteren Verlust von 7440,5 cal. oder 1,8 %. So blieb also eine höchstmögliche Ausnutzung der verdauten Cellulose, soweit sie durch die Sumpfgasgährung gelöst wird, von 72,4 % der Wärmeenergie. Jedoch auf Grund der Versuche von Weiske einerseits und derjenigen von v. Knieriem und N. Zuntz andererseits nimmt er als annähernden Ausnutzungswerth des verdauten Theils der Rohfaser 50 % desjenigen der verdauten stickstofffreien Extractstoffe an.

Einen anderen Weg, als die bisher erwähnten Autoren haben N. Zuntz, sowie

mehrere seiner Schüler betreten, indem sie auch von der Annahme ausgingen, daß die Cellulose allein durch die Sumpfgasgährung im Verdauungscanal zersetzt wird, wobei es sich nun darum handelt, ob die entstehenden Gährungsproducte, besonders die flüchtigen Säuren als Respirationsmaterial, die einzige Verwendung, welche in Frage kommt, dienen können. Um dies zu finden, wurden Respirationsversuche mit Kaninchen angestellt, welche zur Sicherung eines constanten Stoffwechselverlaufs curarisirt wurden, und denen sie die zu prüfende Substanz in langsamem, stetigen Strome durch eine kleine Hautvene in die Blutbahn einfließen ließen. Die Gestaltung des respiratorischen Quotienten, d. h. des Volumenverhältnisses der bei der Athmung entstandenen Kohlensäure zu dem verbrauchten Sauerstoffe, unter dem Einflusse der Injection läßt erkennen, ob und in welcher Menge eine Verbrennung der injicirten Substanz stattgefunden hat; die absolute Größe des Sauerstoffverbrauchs zeigt an, ob die Gesammtoxydation gewachsen ist oder nicht, ob also die Oxydation der eingeführten Substanz Körpermaterial gespart hat oder nicht. — Der auf diese Weise ermittelte Nährwerth einer Substanz ist natürlich ein Maximum; denn wie v. Mering und Zuntz nachgewiesen haben, findet bei intravenöser Injection einer Substanz der nach Einführung derselben in den Magen durch Verdauungsarbeit hervorgerufene Sauerstoffverbrauch nicht oder wenigstens nicht in demselben Maaße statt. (Pflügers, Archiv, Bd. 49. S. 464.)

Mittels dieses Verfahrens hat nun J. Munk (Pflügers Archiv, Bd. 46) den Einfluß der Buttersäure und A. Mallèvre (Pflügers Archiv, Bd. 49. 1891) denjenigen der Essigsäure, beide in Natronsalzen auf den Gaswechsel geprüft und gefunden, daß sie stickstofffreies Material ersparten, jedoch nicht dem Wärmeeffecte ihrer vollständigen Verbrennung entsprechend. Das essigsaure Natron gab einen Nährwerth von weniger als 75 % seiner Spannkraft und war auch von den geprüften organischen Säuren am wenigsten im Stande, Körpermaterial bei der Respiration zu ersetzen. Während nach den Untersuchungen von v. Mering und Zuntz eine Injection mit milchsaurem Natron den Sauerstoffverbrauch fast gar nicht steigerte, wurde er durch buttersaures Natron um 7—8 %, und durch essigsaures Natron um 14 % erhöht, trotzdem zur Erzeugung einer Calorie durch Oxydation von essigsaurem Natron 0,303 g Sauerstoff, durch Oxydation von buttersaurem Natron 0,324 g Sauerstoff, d. h. 7 % mehr nothwendig sind.

Im Gegensatze zu A. Malèvre, der für die Essigsäure, wenn auch nicht den vollen, so doch immer noch einen gewissen Nährwerth fand, ist Weiske in directen Fütterungsversuchen mit essigsaurem Natron zu dem entgegengesetzten Resultate gekommen. (H. Weiske und E. Flechsig, „Kommt den in pflanzlichen Futtermitteln enthaltenen organischen Säuren eine den Kohlehydraten ähnliche eiweißsparende Wirkung zu?“ Journal für Landwirthschaft, Jahrgang 37. 1889). Er versuchte dabei einem Hammel pro Tag 60 g Essigsäure in Form von essigsaurem Natron mit dem Futter vermengt beizubringen. Indeß gelang dies nur, indem die tägliche Salzgabe in einem Liter Wasser gelöst und dem Thiere gewaltsam eingegeben wurde. Dies Verfahren, sowie die Beigabe des essigsauren Natrons überhaupt schien jedoch von dem Thiere höchst unangenehm empfunden zu werden, sodaß man auch für die Gesundheit des Thieres nachtheilige Folgen befürchtete. Die Salzbeigabe wurde daher nur 3 Tage fortgesetzt, während welcher die durchschnittliche Stickstoffausscheidung um 0,5 g täglich

höher war, als die der vorher und nachher folgenden Tage. Außerdem hatte sich aber an den 3 Tagen auch die Wasseraufnahme, sowie die Harnmenge sehr bedeutend vermehrt. — Aus diesem Resultate folgert Weiske, daß „die Beigabe von Essigsäure in Form von essigsaurem Natrium, auch in der Höhe von nur 1,4 g pro 1 kg Lebendgewicht verabreicht, keine eiweißsparende Wirkung äußert und den Fleischansatz am Körper nicht vermehrt, sondern sogar vermindert." — Jedoch ist die Zeit der Salzfütterung wohl doch zu kurz und zu sehr mit abnormen Schwierigkeiten verbunden gewesen, um die Folgerungen unanfechtbar zu machen, und die Resultate Mallèvre's zu widerlegen. — Vielleicht ist es aber erlaubt, aus dem Versuche von Weiske einen anderen Schluß zu ziehen. Wenn nämlich, wie nach der Lehre von Tappeiner wirklich im Magen der Wiederkäuer eine so ausgedehnte Sumpfgasgährung unter Bildung von Essigsäure und Buttersäure stattfände, so wäre wohl kaum anzunehmen, daß der Hammel bei den Weiske'schen Versuchen sich der Aufnahme der Essigsäure in jeder Form so energisch widersetzt hätte, umso weniger, als ja stets beim Wiederkauen einige Theile von Essigsäure wieder auf die Zunge gelangen müßten, wenn auch der größte Theil derselben in gelöster Form aus dem Pansen sogleich in den Psalter weitergeht und nicht erst wieder in das Maul gelangt.

Der bisherige Stand der Wissenschaft in Betreff der Celluloseverdauung und Verwerthung ist also vorläufig noch der, daß die Verdauung zum größten Theil durch die Verdauungssäfte erfolgt, dagegen ein gewisser Theil der Sumpfgasgährung anheimfällt, wobei dann minderwerthige Producte entstehen, während der auf die gewöhnliche Art verdaute Theil voll zur Verwerthung kommt. Es fragt sich nun, hat die gesammte verdaute Rohfaser, resp. die Cellulose einen den stickstofffreien Extractstoffen analogen Nähreffect, oder wie weit wird der Werth durch die stattfindende Sumpfgasgährung deprimirt? Zur Beantwortung dieser Frage wurden am landwirthschaftlichen Institut in Halle a. S. auf Veranlassung des Herrn Geh. Oberregierungsrath Prof. Dr. J. Kühn im Jahre 1891 vom Verfasser Fütterungsversuche mit einem Hammel angestellt, deren Resultate im Nachfolgenden zusammengestellt sind.

In den folgenden Fütterungsversuchen wurde im Allgemeinen derselbe Weg eingeschlagen, den schon Weiske und F. Lehmann gegangen waren, d. h. die Wirkung des Futters in den verschiedenen Perioden wurde gemessen an der Stickstoffausscheidung im Harn, resp. an der Differenz derselben und der aufgenommenen Stickstoffmenge, oder mit anderen Worten am Stickstoff-Umsatz resp. Ansatz.

Um zunächst Normalzahlen für die einzelnen zu verabreichenden Nährstoffe zu finden, wurde in der ersten Periode allein Wiesenheu gefüttert, und zwar wurden, nachdem verschiedene andere Quantitäten probirt waren, 1800 g Wiesenheu von der gegebenen Qualität als die geeignetste Menge gefunden, bei der das Thier zwischen den Mahlzeiten nicht zu großen Hunger litt, noch auch zuviel als Rest zurückließ. In der zweiten Periode wurde dann die Hälfte des Heues gegeben, und an Stelle der anderen Hälfte nach den aus der ersten Periode erhaltenen Verdauungszahlen soviel an Erdnußkuchen, Stärke und Zucker, daß wieder dieselbe Menge verdaulicher Nährstoffe resultirte. In der dritten Periode wurde dann an Stelle der Stärke Rohfaser gegeben, wie sie in einer Papierfabrik aus rein leinenen Lumpen hergestellt

wird; in einer vierten Periode endlich erhielt das Thier wieder die Hälfte Heu, außerdem Erdnußkuchen und Zucker, wie in der zweiten und dritten Periode, aber die Gabe an Stärke sowohl wie an Rohfaser wurde fortgelassen. — In allen Perioden wurde also auf Grundlage der ersten, jedoch mit Ausnahme der vierten, und in der dritten die Nährwirkung der Cellulose vorausgesetzt, ein normales Nährstoffverhältniß bewahrt, das den Versuchshammel nach Möglichkeit in seiner ursprünglichen Verfassung erhalten sollte. — Derselbe kam während des Versuches in einen eisernen Käfig, in dem er so angebunden wurde, daß er zwar keine die Anbringung der Vorrichtung zur Sammlung der Excremente störenden Bewegungen machen konnte, aber doch nicht gezwungen war, vollständig unbeweglich in derselben Stellung zu verharren. Die Vorderwand des Käfigs bestand aus Eisenblech mit einem Loch in entsprechender Höhe, das gerade groß genug war, um den Kopf des Hammels hindurchzulassen. Außen vor dieser Oeffnung war dann ein Kasten von Blech fest angebracht, in dem am Grunde ein anderer Kasten für das Futter von der Seite eingeschoben werden konnte. Bei dieser Einrichtung sollte ein Verstreuen des Futters beim Fressen vermieden werden, ohne den Hammel während des ganzen Versuches oder auch nur während der Mahlzeiten unbeweglich festbinden zu müssen. Die Theile, welche beim Zurückziehen des Kopfes bisweilen mitgerissen wurden, fielen auf den stets trockenen Blechboden des Käfigs, der am Rande aufwärts gebogen war, und wurden dort entweder noch gefressen, oder bei der nächsten Mahlzeit wieder gesammelt. Das Wasser stand in einem ausgemessenen Gefäße zu beliebiger Verfügung; das fehlende wurde dann bei jeder Mahlzeit mittels eines Maaßstockes gemessen. — Der Boden des Käfigs war, wie erwähnt, von Blech und hatte an einer entsprechenden Stelle ein Loch zur Durchführung des Ableitungsschlauches für den Harn. Zum Auffangen der Excremente wurde dem Hammel ein Geschirr aus breiten, ledernen Riemen angelegt, das den Kothbeutel und den Harntrichter unverrückbar festhielt. Der Harntrichter bestand aus Gummi und setzte sich in einen Schlauch fort, der durch den Fußboden in eine Flasche führte, welche unter dem Käfig stand, der zu diesem Zwecke 40 cm hohe Füße besaß. Der Harn wurde täglich genau zu derselben Stunde abgenommen, während der Kothbeutel drei Mal täglich bei jeder Mahlzeit entleert wurde. Der Harntrichter, der Schlauch und die Flasche wurden mit 500 ccm destillirten Wassers ausgespült, und dann 400 ccm destillirten Wassers und 100 ccm 5 %ige Schwefelsäure in die Harnflasche gegeben, um die Ausscheidung von Krystallen und die Entweichung von Ammoniak zu verhüten, sodaß also die tägliche Harnmenge mit 900 ccm Wasser und 100 ccm 5 %iger Schwefelsäure verdünnt war. Der Harn wurde nach dem Abnehmen sofort gewogen, gut durchgerührt, und etwa 5 ccm zur Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl herausgehoben und schnell gewogen. — Vom Kothe wurde täglich die producirte Menge gewogen und nach guter Durchmischung 500 g davon mit 200 ccm 10 %iger Salzsäure auf dem Wasserbade getrocknet; dann wurde der Rückstand wieder gewogen, gepulvert und in gut verkorkten Glasbüchsen zur Analyse aufbewahrt. Alle analytischen Zahlen wurden auf Grund von 2 Analysen gewonnen, die höchstens um die üblichen Fehlergrenzen differirten.

Kurz vor dem Beginn der Versuche war der Hammel geschoren worden, und wog 97 Pfund.

Nachdem einige Tage dazu gedient hatten, das Versuchsthier an den ungewohnten

Aufenthalt zu gewöhnen, und die zweckmäßigste Menge von Wiesenheu zu finden, die ihm verabreicht werden sollte, begann der eigentliche Versuch am 16. Juli 1891. Da jedoch noch einige Schwierigkeiten zu überwinden waren, und noch einigen unvorhergesehenen Störungen vorgebeugt werden mußte, so wurde der Versuch am 3. August noch einmal von neuem angefangen. Das Körpergewicht hatte sich mittlerweile etwas erhöht und betrug: den 24. Juli 102 Pfund, den 25. Juli 103 Pfund, den 26. Juli 103 Pfund.

Das Gewicht wurde immer an drei auf einander folgenden Tagen festgestellt, um den Fehler der täglichen Schwankungen auszuschalten; die Wägungen wurden des Morgens vor dem ersten Futter vorgenommen.

Vom 3. August an erhielt der Hammel nun 1800 g Wiesenheu, von dem vorher eine größere Menge zu Häcksel von 5 cm Länge geschnitten, gut durchmischt und in Säcke gefüllt war. Zu Anfang war davon eine Durchschnittsprobe analysirt worden und die Rationen bei jeder Mahlzeit aus den Säcken abgewogen ohne Rücksicht auf eine mögliche Veränderung des Gehaltes an Trockensubstanz. Für die letzten 8 Tage der ersten Periode wurden jedoch, wie bei den übrigen Perioden überhaupt, auf einmal die Rationen für jede Mahlzeit einzeln in Düten abgewogen, indem zugleich eine Durchschnittsprobe zur Analyse genommen wurde. — Die Futterreste, die der Hammel zurückließ, wurden von jedem Tage gesammelt, gewogen und, da sie sich immerhin in ihrer Zusammensetzung von dem vorgelegten Heu erheblich unterschieden, auf dieselben Nährstoffe wie das letztere untersucht.

Die erste Analyse des Wiesenheues für die Zeit vom 3. August ab ergab folgenden Gehalt:

88,84 % Trockensubstanz,	29,28 % Rohfaser,
1,561 „ Stickstoff,	2,46 „ Fett (Aetherextract),
9,756 „ Rohprotein,	41,534 „ stickstofffreie Extractstoffe.
5,81 „ Asche,	

Letztere wurden, wie bei allen Analysen, allein als Differenz von Trockensubstanz einerseits und Rohprotein, Asche, Rohfaser und Fett andererseits erhalten. — In 1800 g Wiesenheu waren also enthalten:

1599,17 g Trockensubstanz,	526,98 g Rohfaser,
28,106 „ Stickstoff,	44,19 „ Fett,
175,60 „ Rohprotein,	747,77 „ stickstofffreie Extractstoffe.
104,63 „ Asche	

Davon kommen folgende Reste in Abzug für die Tage vom 3.—20. August:

Gewicht	Lufttrockne Substanz	Trocken-substanz	Stickstoff	Protein	Asche	Rohfaser	Fett	stickstofffreie Extractstoffe
83 g	53 g	50,19 g	0,877 g	5,48 g	4,88 g	16,00 g	1,25 g	27,18 g
96 „	65 „	61,54 „	0,963 „	6,02 „	5,46 „	20,33 „	1,37 „	28,36 „
125 „	83 „	78,17 „	1,348 „	8,43 „	6,85 „	25,22 „	1,78 „	35,89 „
78 „	47 „	44,11 „	0,791 „	5,03 „	4,18 „	14,39 „	0,92 „	19,59 „
87 „	60 „	58,41 „	1,049 „	6,56 „	5,04 „	18,31 „	1,19 „	27,32 „
68 „	45 „	43,58 „	0,763 „	4,77 „	3,65 „	13,91 „	0,88 „	20,07 „

Gewicht	Lufttrockne Substanz	Trocken-substanz	Stickstoff	Protein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffreie Extractstoffe
135 g	90 g	85,11 g	1,426 g	8,91 g	6,62 g	29,11 g	1,51 g	38,96 g
98 „	63 „	59,26 „	0,993 „	6,21 „	4,73 „	19,96 „	1,13 „	23,23 „
50 „	27 „	25,48 „	0,401 „	2,51 „	2,09 „	8,38 „	0,51 „	11,99 „
79 „	46 „	44,11 „	0,756 „	4,73 „	4,11 „	13,63 „	0,94 „	20,70 „
90 „	58 „	55,13 „	0,876 „	5,48 „	4,92 „	18,04 „	0,96 „	25,73 „
77 „	52 „	49,69 „	0,807 „	5,04 „	4,05 „	16,02 „	1,08 „	23,50 „
89 „	53 „	50,24 „	0,836 „	5,23 „	3,99 „	16,09 „	1,21 „	23,72 „
92 „	54 „	51,44 „	0,876 „	5,48 „	4,21 „	16,47 „	1,03 „	24,25 „
104 „	65 „	61,49 „	1,098 „	6,86 „	5,67 „	18,92 „	1,50 „	28,54 „
102 „	68 „	65,35 „	1,117 „	6,98 „	5,54 „	21,09 „	1,38 „	30,36 „
107 „	69 „	65,95 „	1,120 „	7,00 „	6,66 „	20,72 „	1,32 „	30,25 „
112 „	70 „	67,38 „	1,104 „	6,90 „	5,60 „	22,22 „	1,28 „	31,38 „
	Mittel	57,04 g	0,956 g	5,98 g	4,90 g	18,27 g	1,18 g	26,37 g

Also hat der Hammel durchschnittlich erhalten:

Trockensubstanz	Stickstoff	Rohprotein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffreie Extractstoffe
1542,13 g,	27,150 g,	169,62 g,	99,73 g,	508,71 g,	43,01 g,	721,40 g.

Im Kothe erschienen davon folgende Mengen wieder:

Datum	Koth frisch	Koth lufttrocken	Trocken-substanz	Stickstoff	Roh-protein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffr. Extractstoffe
d. 3. 8.	2007 g	642,24 g	569,03 g	9,833 g	61,46 g	53,31 g	165,70 g	25,52 g	267,04 g
d. 4. 8.	2078 „	652,49 „	580,58 „	9,910 „	61,94 „	57,75 „	168,34 „	23,82 „	268,73 „
d. 5. 8.	2041 „	665,37 „	568,56 „	10,267 „	64,17 „	57,22 „	164,48 „	24,79 „	257,90 „
d. 6. 8.	1896 „	640,85 „	528,89 „	10,439 „	65,24 „	55,75 „	147,65 „	26,27 „	233,98 „
d. 7. 8.	2038 „	611,40 „	571,66 „	10,687 „	66,79 „	63,28 „	168,93 „	25,50 „	247,16 „
d. 8. 8.	1910 „	592,10 „	548,28 „	10,385 „	64,91 „	55,84 „	156,79 „	23,83 „	246,91 „
d. 9. 8.	1960 „	615,44 „	569,28 „	11,000 „	68,75 „	57,85 „	146,17 „	25,23 „	271,28 „
d. 10. 8.	2066 „	623,93 „	559,98 „	10,576 „	66,10 „	61,77 „	142,07 „	24,96 „	265,08 „
d. 11. 8.	2014 „	620,31 „	579,99 „	10,595 „	66,22 „	58,00 „	160,78 „	24,81 „	270,18 „
d. 12. 8.	2005 „	649,62 „	566,14 „	10,959 „	68,49 „	57,82 „	158,51 „	25,34 „	255,98 „
d. 13. 8.	2002 „	616,62 „	573,64 „	10,526 „	65,79 „	55,19 „	172,65 „	24,54 „	254,47 „
d. 14. 8	1869 „	605,56 „	543,67 „	10,216 „	63,85 „	53,77 „	151,94 „	25,21 „	248,90 „
d. 15. 8	1913 „	654,25 „	546,30 „	10,147 „	63,42 „	54,63 „	151,46 „	24,40 „	252,30 „
d. 16. 8.	1866 „	589,66 „	545,14 „	10,225 „	63,91 „	61,62 „	160,45 „	25,28 „	233,88 „
d. 17. 8	2001 „	616,31 „	569,01 „	10,286 „	64,29 „	59,35 „	146,37 „	24,22 „	274,78 „
d. 18. 8.	1894 „	606,08 „	545,47 „	9,479 „	59,24 „	56,67 „	156,84 „	23,64 „	249,08 „
d. 19. 8.	1951 „	636,03 „	567,85 „	10,240 „	64,00 „	59,47 „	167,09 „	22,20 „	255,09 „
d. 20. 8.	1909 „	622,33 „	556,36 „	10,100 „	63,13 „	58,50 „	161,74 „	21,86 „	251,13 „
		Mittel:	560,55 g	10,326 g	64,65 g	57,66 g	158,22 g	24,53 g	255,77 g

Den täglichen Wasserconsum und die Harnausscheidung ergiebt folgende Zusammenstellung:

Datum	Wasseraufnahme	Harnmenge		Stickstoff im Harn
d. 3. 8.	3275 g	+ 650 ccm Wasser	1778 g	12,775 g
d. 4. 8.	2850 „	+ 100 „ 5 % H_2SO_4	1703 „	12,807 „
d. 5. 8.	2775 „		1713 „	12,813 „
d. 6. 8.	2800 „		1715 „	12,297 „
d. 7. 8.	2750 „		1746,5 „	12,915 „
d. 8. 8.	3400 „		1764 „	12,278 „
d. 9. 8.	2925 „		1803 „	13,631 „
d. 10. 8.	2925 „		1789 „	14,079 „
d. 11. 8.	2950 „		1829 „	14,047 „
d. 12. 8.	3600 „		1711 „	13,243 „
d. 13. 8.	3100 „	+ 900 ccm Wasser	2065 „	13,588 „
d. 14. 8.	2950 „	+ 100 „ 5 % H_2SO_4	—	—
d. 15. 8.	3100 „		2025 „	14,175 „
d. 16. 8.	2900 „		2025 „	13,649 „
d. 17. 8.	3250 „		1984 „	13,640 „
d. 18. 8.	3000 „		—	—
d. 19. 8.	3200 „		1982 „	14,231 „
d. 20. 8.	2750 „		1982 „	14,132 „

Vom 21. August ab waren, wie schon erwähnt, die einzelnen Portionen für jede Mahlzeit auf 8 Tage abgewogen, und zugleich eine Durchschnittsprobe genommen, sodaß also für diese Zeit die möglichste Wahrscheinlichkeit vorhanden war, daß täglich die gleiche Menge von Nährstoffen gegeben wurde. Die Analyse der Hauptprobe ergab folgenden Gehalt:

86,67 % Trockensubstanz,	27,59 % Rohfaser,
1,461 „ Stickstoff,	2,06 „ Fett (Aetherextract),
9,13 „ Rohprotein,	41,95 „ stickstofffreie Extractstoffe.
5,94 „ Asche,	

Also enthielten 1800 g Wiesenheu:

1560,06 g Trockensubstanz,	496,53 g Rohfaser,
26,293 „ Stickstoff,	37,10 „ Fett,
164,33 „ Rohprotein,	41,95 „ stickstofffreie Extractstoffe.
106,92 „ Asche,	

Die davon abzuziehenden Reste sind folgende:

Datum	Rest	Lufttrockne Substanz	Trocken-substanz	Stickstoff	Roh-protein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffr. Extractstoffe
d. 21. 8	129 g	86 g	83,19 g	1,356 g	8,48 g	6,32 g	27,45 g	1,72 g	39,22 g
d. 22. 8.	102 „	64 „	61,79 „	1,018 „	6,36 „	4,61 „	20,22 „	1,25 „	29,35 „
d. 23. 8.	98 „	66 „	61,78 „	0,995 „	6,22 „	4,72 „	17,73 „	1,24 „	31,87 „
d. 24. 8.	100 „	64 „	59,92 „	0,944 „	5,90 „	4,79 „	19,30 „	1,23 „	28,70 „
d. 25. 8.	107 „	63 „	58,98 „	1,037 „	6,48 „	5,01 „	18,59 „	1,29 „	27,61 „
d. 26. 8.	110 „	70 „	65,77 „	1,105 „	6,91 „	5,32 „	21,23 „	1,45 „	30,86 „
d. 27. 8.	100 „	60 „	56,28 „	0,922 „	5,76 „	4,29 „	18,27 „	1,19 „	26,77 „
d. 28. 8.	118 „	79 „	73,71 „	1,247 „	7,79 „	5,94 „	23,54 „	1,48 „	34,96 „
		Mittel	65,18 g	1,078 g	6,74 g	5,13 g	20,79 g	1,36 g	31,17 g

Also war im Durchschnitt täglich aufgenommen:

Trockensubstanz	Stickstoff	Rohprotein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffreie Extractstoffe
1494,88 g,	25,215 g,	157,59 g,	101,79 g,	475,74 g,	35,74 g,	724,01 g.

Davon wurden im Koth wieder ausgeschieden:

Datum	Koth frisch	Koth lufttrocken	Trocken-substanz	Stickstoff	Roh-protein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffr. Extractstoffe
d. 21. 8.	1932 g	625,87 g	557,34 g	9,951 g	62,19 g	57,13 g	166,04 g	21,99 g	249,99 g
d. 22. 8.	1970 „	681,62 „	556,20 „	10,483 „	65,52 „	66,46 „	160,04 „	22,41 „	241,77 „
d. 23. 8.	1926 „	627,88 „	569,80 „	10,228 „	63,93 „	54,00 „	163,31 „	23,70 „	264,86 „
d. 24. 8.	1934 „	626,62 „	581,50 „	10,502 „	65,64 „	58,28 „	171,07 „	24,83 „	261,68 „
d. 25. 8.	2016 „	604,80 „	559,84 „	10,094 „	63,09 „	56,53 „	162,39 „	23,74 „	254,09 „
d. 26. 8.	1948 „	638,94 „	570,45 „	10,408 „	65,05 „	58,14 „	163,63 „	21,65 „	261,98 „
d. 27. 8.	1820 „	557,84 „	506,52 „	9,695 „	60,59 „	52,16 „	141,30 „	19,46 „	233,01 „
d. 28. 8.	1620 „	589,68 „	548,40 „	10,172 „	63,58 „	54,84 „	152,37 „	19,75 „	257,86 „
		Mittel	556,26 g	10,192 g	63,70 g	57,19 g	160,02 g	22,19 g	253,16 g

Durch die Verdauung ist also aufgenommen:

Trockensubstanz	Stickstoff	Rohprotein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffreie Extractstoffe
938,62 g,	15,023 g,	93,89 g,	44,60 g,	315,72 g,	13,55 g,	470,85 g.

Die Wasseraufnahme und Harnausscheidung sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Außerdem war die Stalltemperatur beobachtet worden, und zwar Mittags 12 Uhr, Abends 7 Uhr und Morgens 7 Uhr. Die Zahlen gelten für Grade nach R.

Datum	Temperatur			Wasseraufnahme	Harnausscheidung + 900 ccm Wasser + 100 ccm 5 % H_2SO_4.	Stickstoff im Harn
d. 21. 8.	12,0°	12,5°	12,0°	2950 g	1919 g	14,105 g
d. 22. 8.	12,0	12,5	12,0	3125 „	1962 „	13,871 „
d. 23. 8.	12,0	12,0	12,0	3500 „	1971 „	13,797 „
d. 24. 8.	12,0	12,0	11,5	3075 „	1989 „	13,545 „
d. 25. 8.	12,0	12,0	12,0	2200 (?) „	2051 „	13,598 „
d. 26. 8.	13,0	13,0	12,5	3250 „	2009 „	13,942 „
d. 27. 8.	13,5	14,5	13,0	1900 (?) „	2082 „	14,033 „
d. 28. 8.	14,0	13,5	13,0	2050 (?) „	2036 „	13,743 „
					Im Mittel	13,829 „

Aufgenommen waren 15,023 g Stickstoff, im Harn ausgeschieden 13,829 g, also täglich zum Ansatz gekommen 1,194 g. Dementsprechend war auch eine Zunahme des Körpergewichts zu constatiren. Dasselbe betrug nach 3 Wägungen:

d. 30. August 107 Pfd., d. 31. August 108 Pfd., d. 1. September 108 Pfd.

Hauptsächlich sollten jedoch aus dieser ersten Periode Zahlen über die Verdaulichkeit der Bestandtheile im Wiesenheu gewonnen werden. Es ergaben sich aus der Differenz von Aufnahme im Futter und Ausgabe im Koth ohne Berücksichtigung der Stoffwechselproducte folgende Verhältnißzahlen für die Verdaulichkeit:

Trockensubstanz . . .	62,79 %	Rohfaser	66,36 %
Rohprotein	59,58 „	Fett	37,91 „
Asche	43,82 „	Stickstofffreie Extractstoffe	65,03 „

Nachdem die erste Periode am 28. August abgeschlossen worden war, wurde der Hammel nach dem 1. September wieder unter die Heerde gelassen, da das Arbeiten im Laboratorium des Instituts auf einige Zeit unterbrochen werden mußte. Der Versuch wurde erst am 21. September wieder aufgenommen, wo dann sofort die zweite Periode begann. In derselben erhielt der Hammel täglich:

900 g Wiesenheu,	78 g Zucker,
138 „ Erdnußkuchen,	6 „ Kochsalz.
330 „ Kartoffelstärke,	

Die Portionen wurden wieder für jede Mahlzeit vor dem Versuche zugleich in Düten abgewogen und zwar das Heu allein, der Erdnußkuchen, Stärke, Zucker und Kochsalz zusammen. Zugleich wurde von allen Futtermitteln eine Durchschnittsprobe zur Analyse genommen. Die Zusammensetzung des Futters war danach folgende:

	Trockensubstanz	Stickstoff	Rohprotein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffreie Extractstoffe
900 g Heu . . .	757,95 g	13,08 g	81,75 g	54,67 g	232,21 g	20,43 g	368,89 g
138 „ Erdnußkuchen	124,27 „	10,262 „	64,14 „	9,38 „	6,90 „	11,21 „	32,64 „
330 „ Stärke . .	268,79 „	—	—	—	—	—	268,79 „
78 „ Zucker . . .	78,00 „	—	—	—	—	—	78,00 „
Sa.	1229,01 g	23,342 g	145,89 g	64,05 g	239,11 g	31,64 g	748,32 g

Der Gesammtstickstoff dieses Futters ist etwas niedriger als in der ersten Periode, entsprechend der Annahme, daß das Rohprotein des Erdnußkuchens zu 90 % verdaulich sei. Es zeigte sich jedoch, daß das Protein nicht so gut verdaut wurde, sodaß also in der zweiten Periode etwas weniger Stickstoff zur Aufnahme gelangte als in der ersten.

Das Heu wurde wieder, wie im ersten Versuche, in dem Futterkasten gegeben und ohne Aufsicht gefressen. Dabei blieben wieder geringe Reste, die von jedem Tage gesammelt und gewogen wurden.

Sie betrugen:

d. 27. September	. . . . .	0 g
d. 28. „	. . . . .	13 „
d. 29. „	. . . . .	5 „
d. 30. „	. . . . .	5 „
d. 1. October	. . . . .	4 „
	Sa.:	27 g = 25 g.

Dieselbe enthielt:

		pro Tag:			pro Tag:
Trockensubstanz	23,50 g	4,70 g	Rohfaser	6,32 g	1,26 g
Stickstoff . .	0,36 „	0,072 „	Fett	0,48 „	0,10 „
Rohproteïn .	2,28 „	0,46 „	Stickstofffreie Extractstoffe	11,24 „	2,25 „
Asche . . .	3,18 „	0,64 „			

Das Kraftfutter, bestehend aus Erdnußkuchen, Stärke, Zucker und Salz, wurde bei jeder Mahlzeit in einer Porzellanschale gemischt, mit Wasser nur gerade angefeuchtet und vor der Heugabe zum Fressen vorgehalten. Es wurde mit sichtlichem Behagen bis auf die letzte Spur verzehrt. Zur Probe wurde einmal die Schale mit destillirtem Wasser ausgespült und das Spülwasser verdampft; der Rückstand ergab 0,8 g Trockensubstanz, welcher Rest bei dem Versuche vernachlässigt wurde. — Es gelangten also folgende Nährstoffmengen im Durchschnitt täglich zur Aufnahme:

Trockensubstanz . .	1224,31 g	Rohfaser	237,85 g
Stickstoff	23,27 „	Fett	31,54 „
Rohpotreïn	145,43 „	Stickstofffreie Extractstoffe	746,07 „
Asche	63,41 „		

Die Zeit vom 21. bis 26. September wurde als Vorfütterung angesehen, welche die Nachwirkung des früheren Futters beseitigen sollte. Zugleich wurde auch das Körpergewicht festgestellt, es betrug:

d. 23. September 108 Pfd., d. 24. September 109 Pfd., d. 25. September 109 Pfd.

Vom 26. September an wurden wieder die Excremente gesammelt, und wie in der ersten Periode untersucht. In folgender Tabelle sind die täglichen Ausscheidungen im Koth zusammengestellt:

Datum	Koth frisch	Koth lufttrocken	Trockensubstanz	Stickstoff	Roh-proteïn	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffr. Extractstoffe
d. 26. 9.	1504 g	445,18 g	416,69 g	9,85 g	61,56 g	38,51 g	107,24 g	15,92 g	193,36 g
d. 27. 9.	1359 „	448,47 „	413,94 „	9,62 „	60,13 „	36,77 „	107,09 „	15,36 „	194,59 „
d. 28. 9.	1297 „	412,45 „	385,23 „	9,46 „	59,13 „	34,98 „	103,19 „	14,75 „	173,18 „
d. 29. 9.	1451 „	449,81 „	409,78 „	9,81 „	61,31 „	38,23 „	100,31 „	18,50 „	191,43 „
d. 30. 9.	1430 „	451,88 „	423,19 „	10,43 „	65,21 „	40,33 „	109,58 „	17,40 „	190,67 „
d. 1. 10.	1258 „	422,69 „	382,96 „	9,27 „	57,94 „	34,24 „	98,53 „	15,32 „	176,93 „
	Im Mittel		403,02 g	9,72 g	60,74 g	36,91 g	103,74 g	16,27 g	185,36 g

Es wurden also verdaut:

Trockensubstanz . .	821,29 g	Rohfaser	134,11 g
Stickstoff	13,55 „	Fett	15,27 „
Proteïn	84,69 „	Stickstofffreie Extractstoffe	560,71 „
Asche	26,50 „		

Die Stickstoffausscheidung im Harn war geringer als in der ersten Periode, wie es dem verminderten Stickstoffgehalte des Futters und der geringeren Verdaulichkeit desselben entsprach. Trotzdem aber ist der Stickstoffansatz höher als bei bloßer Heufütterung, obwohl die verdaute Rohfaser und stickstofffreien Extractstoffe des Heues nur theilweise im zweiten Versuch durch Stärke und Zucker ersetzt waren und diese also schon höhere eiweißsparende Wirkung auszuüben hatten, um den Stickstoffansatz gleich zu erhalten. Es wurde nämlich verdaut:

	Fett	Rohfaser	Stickstofffreie Extractstoffe	Rohfaser + stickstofffreie Extractstoffe
Versuch I . . .	13,55 g	315,72 g	470,85 g	786,57 g
Versuch II . . .	15,27 „	134,11 „	560,71 „	694,82 „
Also in Versuch II	+ 1,72 g	— 181,61 g	+ 89,86 g	— 91,75 g

Entweder mußte also das Mehr der Stärke das Minus der Rohfaser aufgewogen und noch darüber hinausgewirkt haben, oder die Stärke mußte an eiweißersparender Wirkung die Rohfaser und die stickstofffreien Extractstoffe des Heues zusammengenommen um soviel übertroffen haben. Die Wasseraufnahme und Harnausscheidung sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Datum	Temperatur			Wasseraufnahme	Harnausscheidung	Stickstoff im Harn
{d. 26. 9.	10,0°	11,0°	10,5°	1850 g	1850 g	12,580 g}
d. 27. 9.	10,5	10,5	10,0	2250 „	1770 „	11,505 „
d. 28. 9.	10,0	10,0	10,5	2050 „	1741 „	11,456 „
d. 29. 9.	11,0	11,0	10,5	1850 „	1732 „	11,275 „
d. 30. 9.	11,0	11,0	11,0	1900 „	1729 „	11,135 „
d. 1. 10.	11,0	11,5	11,0	2100 „	1635 „	11,265 „
{d. 2. 10.	11,5	11,5	11,0	2000 „	1709 „	12,066 „}
{d. 3. 10.	11,0	11,0	11,0	2300 „	1804 „	12,504 „}
d. 6. 10.	10,5	10,5	10,5	2100 „	1666 „	11,402 „
d. 7. 10.	10,5	10,5	10,5	1900 „	1651 „	11,342 „
d. 8. 10.	—	—	—	—	1824 „	11,126 „
					Im Mittel	11,313 g.

Am 2. October waren im Nachbarraume des Versuchsstalles Handwerker beschäftigt gewesen, wodurch jedenfalls der Hammel aufgeregt und sein Stoffwechsel vermehrt worden war. Dies erklärt die Zunahme der Stickstoffausscheidung im Harn am 2. und 3. October.

Der Versuch wurde deshalb abgebrochen, die gleiche Fütterung jedoch fortgesetzt. Nach einigen Tagen, als zu vermuthen war, daß sich der Einfluß der Störung nicht mehr geltend machte, wurde noch einige Male der Harn gesammelt und auf Stickstoff untersucht, um zu prüfen, ob die Stickstoffausscheidung vom 27. September bis 1. October eine normale war, und ob nur allein durch die äußere Störung die erwähnte Steigerung der Ausscheidung veranlaßt sei. In der That war die Stickstoffausscheidung wieder auf die ursprüngliche Höhe gesunken, und konnte daher die 3 Tage vom 6. bis 8. October mit derjenigen vom 27. September bis 1. October zur Berechnung des Durchschnitts benutzt werden.

Der Stickstoffausscheidung im Harn von 11,313 g in diesem Versuche steht gegenüber eine Stickstoffaufnahme durch die Verdauung von 13,55 g, es wurden also täglich im Durchschnitt 2,237 g Stickstoff angesetzt. Auch das Körpergewicht hatte wieder etwas zugenommen, es betrug: den 4. Oct. 110 Pfd., den 8. Oct. 111 Pfd., den 9. Oct. 112. Pfd, den 10. Oct. 115 Pfd.

Die Steigerung der letzten beiden Tage war verursacht durch eine schwache Verstopfung, die nach 2 Tagen wieder gehoben war, aber durch den mangelhaften Absatz des Kothes das Körpergewicht vermehrt hatte. Die beiden Gewichte vom 4. und 8. October zeigen jedoch trotz der längeren Zwischenzeit genügende Uebereinstimmung, um als wahres Gewicht angesehen zu werden.

In der nun folgenden Versuchsperiode sollte die Kartoffelstärke durch möglichst reine Cellulose ersetzt werden, während alle übrigen Nährstoffe in denselben Mengen gegeben wurden. Zu diesem Zwecke wurde aus einer Papierfabrik (Cröllwitz bei Halle a. S.) sogenannter leinener „Halbstoff" bezogen, der nur aus rein leinenen Lumpen hergestellt wird, also allein aus den Fasern des Leins besteht. Letztere Thatsache erwies sich auch bei der mikroskopischen Untersuchung.

Aus der Fabrik wurde diese Leinrohfaser in großen kuchenförmigen Stücken von 11 kg mit 41,74 % Trockensubstanz erhalten. Dieselben wurden in flache Stücke etwa von der Größe eines 50 ₰ Stücks zerzupft, dann lufttrocken gemacht, und die Portionen wieder für alle Mahlzeiten des ganzen Versuchs zugleich mit dem übrigen Futter in Düten abgewogen und trocken aufbewahrt. — Hinsichtlich des Ersatzes der Stärke durch die Cellulose wurde jene als vollkommen verdaulich, diese nach den Versuchen von Stöckhardt, Haubner und Süßdorf (Stöckhardt, der chemische Ackersmann, 1860, Nr. 1) zu 70—80 % verdaulich angenommen. Um also 268,79 g Stärke zu ersetzen, waren 336 g zu 80 % verdaulicher Cellulose erforderlich. Die Zuckerbeigabe im vorigen Versuche wurde auch in diesem beibehalten, um die Ration schmackhafter zu machen. Ein Versuch, auch den Zucker durch Cellulose zu ersetzen, scheiterte, da die Portionen nicht vollkommen verzehrt wurden.

Die Herstellungsweise der Papierrohfaser ist derart, daß diese dadurch keine chemischen Umsetzungen zu zuckerartigen Stoffen erleiden kann, wie es von manchen Seiten bei der durch Kochen mit Schwefelsäure und Natronlauge erhaltenen Rohfaser vermuthet wird. Die Lumpen werden in der Papierfabrik nach höchst sorgfältiger Sortirung zerkleinert, mit Kalkwasser gekocht und mit Wasser vollständig ausgewaschen. Das letztere wird dann in Centrifugen bis auf oben erwähnten Gehalt von etwa 58 % entfernt. Die für den Versuch zerkleinerte und getrocknete Cellulose besaß noch einen Wassergehalt von 7,13 %.

Die tägliche Futterration wurde nun folgendermaaßen zusammengesetzt:

	Trockensubstanz	Stickstoff	Rohprot.	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffr. Extractstoffe
900 g Heu	767,27 g	13,01 g	81,31 g	53,06 g	240,08 g	17,01 g	375,81 g
138 „ Erdnußkuchen .	122,54 „	10,038 „	62,74 „	8,56 „	6,76 „	10,65 „	33,83 „
78 „ Zucker . . .	78,00 „	—	—	—	—	—	78,00 „
360 „ Cellulose . .	334,33 „	—	—	4,19 „	330,14 „	—	—
Sa:	1302,14 g	23,048 g	144,05 g	65,81 g	576,98 g	27,66 g	487,64 g

Bei den Bestimmungen des Stickstoffs und Aetherextractes hatten sich nur minimale Spuren in der Cellulose ergeben, die innerhalb der sonst geltenden Fehlergrenzen lagen. Der Rest, der nach Abzug von Wasser und Asche blieb, wurde daher als Cellulose angenommen. Allerdings ergaben 2 Rohfaserbestimmungen nach der gewöhnlichen Methode, mit Extrahiren durch Schwefelsäure, Natronlauge, Alkohol und Aether, nur einen Rückstand von 85,23 resp. 86,17 % verbrennbarer Masse, während nach Abzug von 7,13 % Wasser und 1,17 % Asche sich ein Rest von 91,70 % ergiebt. Jedoch ist wohl hier, wie bei der gewöhnlichen Rohfaserbestimmung überhaupt, besonders nach den Untersuchungen von Hofmeister-Insterburg anzunehmen, daß ein Theil der Cellulose oder wenigstens zur Cellulosegruppe gehöriger Körper bei der Bestimmung mit in Lösung gegangen ist; daß also, wie auch aus der Herstellungsweise in der Fabrik zu schließen ist, keine Extractstoffe mehr in der vorliegenden Masse vorhanden sind.

Dem Futter wurde wieder eine tägliche Salzgabe von 6 g beigefügt. — Das Kraftfutter zusammen mit der Leinrohfaser wurde mit 500 ccm Wasser zu jeder Mahlzeit angefeuchtet und gut durchrührt. Die bisweilen noch von der vorigen Mahlzeit verbliebenen Reste des Heus wurden noch dazu gemengt, und alles stets vollständig ohne jeden Rest verzehrt. — Die Heureste, welche sich Mittags und Abends vorfanden, wurden wieder zu der neuen Heugabe hinzugefügt, und wurden mit dieser regelmäßig bis zum nächsten Morgen bis auf geringe Spuren verzehrt. Diese Reste wurden dann in der erwähnten Weise zusammen mit dem Kraftfutter gefressen. — Um den schroffen Uebergang von der vorhergehenden Periode zu vermeiden, wurden zuerst nur wenige Gramm der Cellulose dem Futter beigemengt, und erst allmählich wurde dieBeigabe bis zu der beabsichtigten Höhe gesteigert. Während dieser ganzen Versuchsperiode blieb denn auch der Hammel stets bei ungestörter Gesundheit und erfreute sich eines sehr guten Appetites. — Das volle Futter nach obiger Tabelle wurde in den abgewogenen Portionen vom 18. October abgegeben, und vom 20. ab wurde der Harn wieder in der üblichen Weise gesammelt und auf Stickstoff untersucht. Die Tage bis zum 25. October wurden als Vorfütterung betrachtet und vom 26. ab die eigentliche Versuchsperiode gerechnet. Von da an wurde dann auch wieder der Koth gesammelt und untersucht. Die Kothausscheidung bewegte sich in folgenden Zahlen:

Datum	Koth frisch	Koth lufttrocken	Trocken-substanz	Stickstoff	Roh-protein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffr. Extractstoffe
d. 26. 10.	1562 g	456,10 g	423,72 g	9,350 g	58,44 g	40,36 g	132,13 g	13,91 g	178,88 g
d. 27. 10.	1628 „	455,85 „	432,60 „	9,965 „	62,28 „	41,71 „	142,36 „	13,81 „	172,44 „
d. 28. 10.	1478 „	416,80 „	400,34 „	9,620 „	60,13 „	40,22 „	135,84 „	13,75 „	150,40 „
d. 29. 10.	1558 „	420,66 „	402,15 „	9,709 „	60,68 „	39,54 „	125,23 „	13,88 „	162,82 „
d. 30. 10.	1453 „	453,34 „	421,15 „	10,032 „	62,70 „	39,44 „	125,98 „	14,17 „	178,86 „
d 31. 10.	1286 „	432,10 „	412,01 „	8,979 „	56,12 „	37,38 „	149,98 „	14,09 „	154,44 „
d. 1. 11.	1387 „	463,26 „	444,73 „	9,075 „	56,72 „	38,45 „	154,86 „	15,06 „	179,64 „
d. 2. 11.	1313 „	433,29 „	401,33 „	9,120 „	57,02 „	37,91 „	137,66 „	14,21 „	154,53 „
d. 3. 11.	1298 „	436,13 „	402,11 „	8,356 „	52,23 „	36,53 „	135,81 „	13,83 „	163,71 „
d. 4. 11.	1195 „	463,66 „	419,61 „	8,630 „	53,94 „	37,09 „	136,78 „	13,21 „	178,59 „
	Im Mittel		415,98 g	9,284 g	58,03 g	38,86 g	137,66 g	13,99 g	167,43 g

Es wurden also verdaut:

Trockensubstanz . . .	886,16 g	Rohfaser	439,32 g
Stickstoff	13,764 „	Fett	13,67 „
Rohprotein	86,02 „	Stickstofffreie Extractstoffe	320,21 „
Asche	26,95 „		

Die Wasseraufnahme, Temperatur und Harnausscheidung sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Datum	Temperatur			Wasseraufnahme	Harnausscheidung	Stickstoff im Harn
d. 20. 10.	10,0°	10,0°	10,0°	2600 g	1614 g	9,910 g
d. 21. 10.	10,5	10,5	10,5	2325 „	1650 „	11,781 „
d. 22. 10.	10,5	10,5	10,0	2500 „	1646 „	11,078 „
d. 23. 10.	10,5	10,5	10,5	2350 „	1598 „	10,355 „
d. 24. 10.	10,5	10,5	10,0	3400 „	1641 „	10,322 „
d. 25. 10.	10,5	10,5	10,0	2800 „	1784 „	11,685 „
d. 26. 10.	10,0	10,0	10,0	2500 g	1677 g	10,666 g
d. 27. 10.	9,5	9,5	9,0	2350 „	1664 „	10,816 „
d. 28. 10.	9,0	9,0	8,5	2825 „	1774 „	11,212 „
d. 29. 10.	8,5	8,0	7,5	2150 „	1748 „	11,152 „
d. 30. 10.	7,5	7,0	7,0	2450 „	1834 „	11,187 „
d. 31. 10.	6,5	6,5	6,5	1875 „	1816 „	11,441 „
d. 1. 11.	6,5	7,0	6,5	1875 „	1876 „	11,725 „
d. 2. 11.	6,5	6,0	6,0	2300 „	1776 „	11,864 „
d. 3. 11.	6,0	6,0	5,5	2000 „	1874 „	12,706 „
d. 4. 11.	5,5	5,0	5,0	2050 „	1845 „	12,583 „
d. 5. 11.	5,0	5,0	4,5		1899 „	12,362 „
					Mittel	11,258 g

Die Zunahme der Stickstoffausscheidung in den letzten Tagen ist ein Zeichen, daß das Sinken der Stalltemperatur den Stoffwechsel zu beeinflussen begann. Der Versuch wurde daher abgebrochen und die letzten drei Tage bei der Berechnung der Mittelzahl für die tägliche Stickstoffausscheidung nicht mit berücksichtigt. Im Mittel waren danach in der Zeit vom 26. October bis 2. November täglich 11,258 g Stickstoff im Harn ausgeschieden, und bei einer täglichen Aufnahme durch das Futter von 13,764 g resorbirtem Stickstoff wurde im Mittel täglich 2,506 g Stickstoff im Körper angesetzt. Dieser Eiweißansatz wurde außerdem bestätigt durch die Zunahme des Körpergewichts; dasselbe betrug:

den 5. Nov. 118 Pfd., den 6. Nov. 118 Pfd., d. 7. Nov. 116,5 Pfd.

Das Gewicht des letzten Tages ist jedenfalls schon durch die zunehmende Kälte beeinflußt, sodaß das Körpergewicht, mit dem der zweite Versuch abschloß, zu 118 Pfd. anzunehmen ist. Die Zunahme betrug demnach seit dem 8. October 7 – 8 Pfd., trotzdem die Stalltemperatur nichts weniger als für den Fleisch- und Fettansatz günstig war. Allerdings wird man die Zunahme nicht vollständig auf Ansatz von Körpersubstanz rechnen dürfen, da zu vermuthen ist, daß der Wassergehalt des Fließes, das mittlerweile sehr stark gewachsen war, bei der niedrigeren Temperatur ein höherer war, als am 8. October bei durchschnittlich 11° R. Jedoch beträgt dieser Wassergehalt auf keinen Fall so viel wie die gefundene Gewichtsdifferenz. Bei einer später, einige Zeit nach den Abschlusse der Versuche stattfindenden Schur wurde ein täglicher Zuwachs der Wolle von 14,72 g festgestellt, was für die Zeit des dritten Versuches einer Zunahme von fast 1 Pfd. entspricht. Das ganze Fließ wog nach der Berechnung am 5. Nov. 2650 g; betrug also im Ganzen noch nicht so viel, als die Körpergewichtszunahme im letzten Versuche. Man kann also annehmen, daß bei der Cellulosefütterung das Thier zum mindesten ebenso weiter zugenommen hat, wie in der Periode mit Stärkefütterung, eher jedoch etwas mehr, entsprechend dem um 0,269 g höheren täglichen Stickstoffansatze.

Vergleicht man nun die bei fast gleicher Stickstoffaufnahme in den beiden Versuchen thatsächlich aufgenommenen stickstofffreien Stoffe, so ergiebt sich folgender Unterschied:

	(Stickstoff)	Fett	Rohfaser	Stickstofffreie Extractstoffe
Versuch II . . .	(13,55 g)	15,27 g	134,11 g	560,71 g
Versuch III . . .	(13,76 „)	13,67 „	439,32 „	320,21 „
Also in Versuch III	(+ 0,21 g)	– 1,60 g	+ 305,21 g	– 240,50 g

Berechnet man nun noch die Anzahl von Stärkeeinheiten, die 1,6 g Fett entsprechen, so erhält man als Resultat, daß 244,5 g verdauliche stickstofffreie Extractstoffe des zweiten Versuches im dritten durch 305,21 g verdauliche Rohfaser resp. Cellulose ersetzt waren, während alle übrigen Verhältnisse, besonders die Art des übrigen Futters, vollständig dieselben waren. Diese verschiedenen Fütterungen hatten, wenn man die Differenz des Stickstoffansatzes als innerhalb der Fehlergrenzen annimmt, dasselbe Resultat, und der verdauten Cellulose ist danach ein Nährwerth zuzuschreiben, der sich zu dem der verdauten stickstofffreien Extractstoffe verhält wie 244,50 : 305,21 oder wie 80,1 : 100.

Berücksichtigt man jedoch dennoch die höhere Nährwirkung im Stickstoffansatz, sowie die ungünstigere Stalltemperatur im dritten Versuche, so wird man die Nährwirkung der Cellulose in der That eher noch höher ansetzen können.

Um nun noch nachzuweisen, daß die Wirkungen in der dritten Periode in der That der Cellulose zuzuschreiben seien und nicht dem Grundfutter, d. h. dem Futter außer der Stärke, resp. Cellulose, wurde noch eine vierte Periode angeschlossen, in der der Hammel dasselbe Futter wie im II. und III. Versuche erhalten sollte mit Ausnahme jedoch von Stärke und Papiercellulose.

Wegen der weiter zunehmenden Kälte am Ende des dritten Versuchs war der Hammel wieder unter die Heerde im Hausthiergarten des landwirthschaftlichen Instituts gebracht worden, wo er das Futter der übrigen Schafe erhielt. Dasselbe bestand aus Futterrüben, Häcksel, Kleeheu, entbitterten Lupinen und gequetschtem Hafer. — Am 23. November wurde er wieder in den Versuchsstall gebracht, der nun in einem etwas wärmer gelegenen Raume aufgestellt war. Das Körpergewicht war inzwischen trotz des sehr reichlichen Futters auf 114 Pfd. gesunken, jedenfalls in Folge der freieren Bewegung unter der Heerde. Das tägliche Futter hatte nun folgende Zusammensetzung:

	Trocken-substanz	Stickstoff	Roh-protein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffreie Extractstoffe
900 g Heu . . .	764,28 g	12,89 g	80,56 g	50,48 g	246,15 g	20,04 g	367,05 g
138 „ Erdnußkuchen	124,61 „	10,24 „	64,00 „	8,73 „	6,75 „	10,90 „	34,23 „
78 „ Zucker . . .	78,00 „	—	—	—	—	—	78,00 „
Sa.:	966,89 g	23,13 g	144,56 g	59,21 g	252,90 g	30,94 g	479,28 g

Vom Heu wurden wieder für jede Mahlzeit die Rationen vorher abgewogen und die Probe zur Analyse entnommen. Das Kraftfutter wurde diesmal erst unmittelbar vor jeder Mahlzeit abgewogen; der Erdnußkuchen im Besonderen aus einer größeren Masse, von der auch die Durchschnittsprobe genommen wurde. Dies erschien gerechtfertigt, da dieses Quantum, von dem schon bei den früheren Versuchen das Futter entnommen war, den Gehalt an Trockensubstanz nur wenig geändert hatte. — Der Erdnußkuchen mit dem Zucker und täglich 6 g Salz wurde mit wenig Wasser, etwa 20 ccm, angefeuchtet und aus der Porzellanschale ohne jeden Rest verzehrt, ebenso wie auch vom Heu in dieser Periode nach jeder Mahlzeit nicht das Geringste zurückblieb. Ueberhaupt machte das Gebahren des Thieres den Eindruck, daß die tägliche Portion bei weitem nicht genüge. Dieser Versuch wurde daher nur auf kürzere Zeit ausgedehnt. Die Zeit vom 23.—28. November wurde als Vorfütterung angesehen und von dem letzten Tage derselben an der Harn untersucht. Drei Wägungen ergaben vor dem Versuche folgende Gewichte:

d. 24. November 114 Pfd., d. 25. November 114 Pfd., d. 26. November 114,5 Pfd.

Der Koth wurde vom 29. November an wieder täglich untersucht. Derselbe hatte eine weiche, schmierige Beschaffenheit und war stark mit Schleim vermischt, während der Koth

in den früheren Versuchen die feste, trockene, normale Beschaffenheit besaß, wie man sie bei Schafen bei gewöhnlichem Futter findet. Dies, sowie der eigenthümliche und ungewöhnliche Geruch der festen Excremente, deutete auf eine abnorme Ernährung hin. Die Zusammensetzung des Kothes war folgende:

Datum	Koth frisch	Koth lufttrocken	Trockensubstanz	Stickstoff	Rohprotein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffr. Extractstoffe
d. 29. 11.	881 g	324,21 g	298,92 g	6,570 g	41,06 g	33,23 g	78,46 g	11,90 g	134,27 g
d. 30 11.	894 „	336,14 „	303,53 „	6,910 „	43,19 „	37,65 „	78,76 „	11,53 „	132,40 „
d. 1. 12.	911 „	344,36 „	313,71 „	7,166 „	44,79 „	42,18 „	91,19 „	12,81 „	122,74 „
d. 2. 12.	922 „	370,64 „	331,09 „	7,620 „	47,63 „	36,51 „	85,06 „	13,75 „	148,14 „
d. 3. 12.	977 „	351,72 „	317,78 „	6,850 „	42,81 „	35,17 „	81,95 „	13,01 „	144,84 „
d. 4. 12.	927 „	320,74 „	288,34 „	6,160 „	38,50 „	35,60 „	75,28 „	11,19 „	117,77 „
		Im Mittel	308,90 g	6,88 g	43,00 g	36,72 g	81,78 g	12,37 g	133,36 g

Im Durchschnitt wurden also täglich durch die Verdauung folgende Nährstoffmengen aufgenommen:

Trockensubstanz	Stickstoff	Rohprotein	Asche	Rohfaser	Fett	Stickstofffreie Extractstoffe
657,99 g,	16,25 g,	101,56 g,	22,49 g,	171,12 g,	18,57 g,	345,92 g.

Bei dieser Futtercombination, die, wie vorauszusehen war, dem normalen Bedürfniß nicht genügte, scheint demnach eine viel intensivere Verdauung stattgefunden zu haben, als bei den früheren Fütterungen.

Dieses Resultat ist übereinstimmend mit den herrschenden Ansichten über die Depression der Verdaulichkeit des Rauhfutters durch eine Beifütterung von stärke- oder zuckerreichen Futtermitteln. Rechnet man zunächst in dem zweiten Versuche, demjenigen mit der Stärkebeifütterung, theoretisch die zu erwartenden Zahlen für die Verdaulichkeit der Bestandtheile aus, indem man die im ersten Versuche (S. 24) für das Heu gewonnenen Zahlen zu Grunde legt und für den Erdnußkuchen die Mittelzahlen, wie sie in der „Zweckmäßigsten Ernährung des Rindviehes“ von Prof. Dr. J. Kühn S. 371 angegeben sind, so erhält man folgende verdauliche Nährstoffmengen:

	Stickstoff gesammter	Stickstoff verdaulicher	Rohfaser gesammte	Rohfaser verdauliche	Stickstofffreie Extractstoffe gesammte	Stickstofffreie Extractstoffe verdauliche
900 g Heu . . .	13,08 g	7,793 g	232,21 g	154,10 g	368,89 g	239,89 g
138 „ Erdnußkuchen	10,262 „	9,236 „	6,90 „	1,10 „	32,64 „	31,99 „
330 „ Stärke . . .	—	—	—	—	268,79 „	268,79 „
78 „ Zucker . . .	—	—	—	—	78,00 „	78,00 „
Im Ganzen verdaulich . . .		17,029 g	—	155,20 g	—	618,67 g
Nach dem Versuch gefunden .		13,550 „	—	134,11 „	—	560,71 „
Depression		3,479 g	—	21,09 g	—	57,96 g

Rechnet man nun die Depressionszahlen in Procenten der betreffenden verdaulichen Bestandtheile des Heues um, so erhält man folgende Zahlen:

Stickstoff . . . . . 44,64 % | Stickstofffreie Extractstoffe 24,16 %.
Rohfaser . . . . . 13,69 „

Die Trockensubstanz von Stärke und Zucker (346,79 g) beträgt von der des Heues (757,95 g) 45,75 %.

Im Folgenden sind ebenso die Verdaulichkeitszahlen des dritten Versuchs, demjenigen mit der Cellulosebeifütterung, zusammengestellt, die aus der Berechnung gefundenen mit den aus dem Versuch sich ergebenden.

	Stickstoff		Rohfaser		Stickstofffreie Extractstoffe	
	gesammter	verdaulicher	gesammte	verdauliche	gesammte	verdauliche
900 g Heu . . .	13,01 g	7,751 g	240,08 g	159,32 g	375,81 g	244,39 g
138 „ Erdnußkuchen	10,038 „	9,034 „	6,76 „	1,08 „	33,83 „	33,15 „
78 „ Zucker . . .	—	—	—	—	78,00 „	78,00 „
360 „ Cellulose . .	—	—	330,14 „	?	—	—
Im Ganzen verdaulich . . .		16,785 g	—	(490,54 g)	—	355,54 g
Nach dem Versuch		13,764 „	—	439,32 „	—	320,21 „
Depression		3,021 g	—	(51,22 g)	—	35,33 g

Die Depression, in Procente der betreffenden verdaulichen Bestandtheile des Rauhfutters umgerechnet, beträgt für

Stickstoff . . . . . 38,98 % | Stickstofffreie Extractstoffe 14,46 %.
Rohfaser . . . . . (32,15 „)

Die Beifütterung von Cellulose und Zucker hat also die Verdaulichkeit des Stickstoffs des Heues etwas weniger deprimirt als die von Stärke mit Zucker, aber immerhin nicht bedeutend weniger, sodaß es also scheint, als ob die Cellulose, in größerer Menge dem Futter beigegeben und zwar in leicht zugänglicher Form, auch die Verdaulichkeit des Rauhfutters herabzudrücken vermöge. Sie hatte auch diejenige der stickstofffreien Extractstoffe um annähernd gleichviel deprimirt, wie es die Stärke im zweiten Versuche mit der Rohfaser gethan hatte; auch dies spricht für die gemeinsame Eigenschaft, die Verdaulichkeit des Rauhfutters zu beeinflussen. Diese Depression der Stärke und Cellulose war nun im vierten Versuche vermieden, und in der That war die Verdaulichkeit bedeutend höher. Die berechneten und gefundenen Verdaulichkeitszahlen sind in Folgendem wieder zusammengestellt:

	Stickstoff		Rohfaser		Stickstofffreie Extractstoffe	
	gesammter	verdaulicher	gesammte	verdauliche	gesammte	verdauliche
900 g Heu . . .	12,89 g	7,680 g	246,15 g	163,35 g	367,05 g	238,69 g
138 „ Erdnußkuchen	10,24 „	9,216 „	6,75 „	1,08 „	34 23 „	33,55 „
78 „ Zucker . . .	—	—	—	—	78,00 „	78,00 „
Im Ganzen verdaulich . . .		16,896 g	—	164,43 g	—	350,24 g
Im Versuch gefunden		16,250 „	—	171,12 „	—	345,92 „
Differenz		−0,646 g	—	+ 6,69 g	—	− 4,32 g

Der Unterschied zwischen den durch theoretische Berechnung und den durch den Versuch gefundenen Zahlen für die verdauten Nährstoffbestandtheile ist also so gering, daß er als innerhalb der Schwankungen liegend angesehen werden kann, die bei der Benutzung von Mittelzahlen zur Berechnung der Verdaulichkeit stets möglich sind. Die Theorie der Depression die eine Beifütterung von stärke- und zuckerreichen Materialien auf die Verdaulichkeit des Rauhfutters ausübt, hat sich also in diesen Versuchen wieder erwiesen. Aber auch das Fett wurde in dem letzten Versuche in höherem Grade verdaut, sodaß also auch dessen Verdaulichkeit durch Beifütterung von Stärke resp. Cellulose deprimirt zu werden scheint. Dies widerspricht allerdings der bisherigen Annahme, entspricht aber der Theorie der besseren resp. geringeren Eröffnung der Zellen, durch die man die Depression überhaupt zu erklären sucht. Die Zahlen für das Fett sind folgende:

	Versuch I.		Versuch II.	
	Gesammt	Verdaulich	Gesammt	Verdaulich
900 g Heu	20,43 g	7,75 g	17,01 g	6,45 g
138 „ Erdnußkuchen	11,21 „	9,64 „	10,65 „	9,16 „
Im Ganzen verdaulich		17,39 g	—	15,61 g
Nach dem Versuch		15,27 „	—	13,67 „
Differenz		2,12 g	—	1,94 g

Die im Versuche gefundenen Zahlen blieben also ziemlich um gleich viel hinter den berechneten zurück. In dem vierten Versuche, wo das deprimirend wirkende Beifutter fortgelassen war, waren die Verdaulichkeitszahlen des Fettes folgende:

	Gesammt	Verdaulich
900 g Heu	20,04 g	7,60 g
238 „ Erdnußkuchen	10,90 „	9,37 „
Im Ganzen verdaulich		16,97 g
Im Versuch gefunden		18,57 „
Also gefunden		+ 1,60 g

Es hatte also nicht nur keine Depression stattgefunden, sondern es waren im vierten Versuch etwa 10 % Fett mehr verdaut worden, als auf Grund der Berechnung erwartet werden mußte.

Die Wasseraufnahme und Harnausscheidung im vierten Versuche sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Datum	Temperatur			Wasseraufnahme	Harnausscheidung	Stickstoff im Harn
d. 28. 11.	—	—	—	—	1796 g	14,406 g
d. 29. 11.	8,0°	8,0°	8,0°	1850 g	1826 „	14,444 „
d. 30. 11.	8,0	8,0	8,0	700 „ (?)	1760 „	13,693 „
d. 1. 12.	8,0	8,0	8,0	2050 „	1813 „	14,867 „
d. 2. 12.	8,0	8,0	7,0	1800 „	(1874) „ [1]	(13,886) „ [1]
d. 3. 12.	7,0	7,0	7,0	1500 „	19,14 „	14,585 „
d. 4. 12.	8,0	8,0	9,0	2000 „	1805 „	14,675 „
					Mittel	14,445 g

An den mit [1] bezeichneten Tagen war von dem Harn etwas verloren gegangen.

Es waren also bei einer Aufnahme durch die Verdauung von 16,25 g Stickstoff und einer Ausscheidung im Harn von 14,445 g im Mittel täglich 1,805 g Stickstoff im Körper angesetzt, trotz des offenbaren Hungerzustandes, in dem sich das Thier während dieses Versuches befand. Das Körpergewicht wurde nach dem Abschlusse des Versuches wieder festgestellt; es betrug:

d. 5. December 115 Pfd., d. 6. December 113,5 Pfd., d. 7. December 114 Pfd.,

war also ebenfalls nicht nur zurückgegangen, sondern scheint sogar gemäß der ersten Wägung etwas zugenommen zu haben.

Die Arbeit erscheint vollständig im 12. Heft der „Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle", herausgegeben von Dr. Julius Kühn.

VITA.

Natus sum *Paulus Joannes Fridericus Richardus Robertus Holdefleiss* Salzmundae in vico Saxoborussico die XV mensis Septembris anni MDCCCLXV, patre *Aenotheo*, matre *Christiana* e gente *Hartmann*. Fidei addictus sum evangelicae.

Anno MDCCCLXXVI frequentare coepi gymnasium Halense tres per annos, deinde gymnasium Vratislaviense, quod vocatur ad Sanctam Elisabetham, tum Vratislaviensem realem, quem dicunt ludum regium superioris ordinis, quem testimonio maturitatis instructus anno MDCCCLXXXVI reliqui. Ut ad studia physica, philosophica, oeconomico-politica incumberem, facultati philosophicae almae matris Viadrinae inscriptus per quinque semestria, quorum in primo testimonium maturitatis gymnasii realis ad „Zwinger" adeptus sum. Quo tempore me viri doctissimi *B. Erdmann*, *Cohn*, *Engler*, *O. E. Meyer*, *Th. Weber*, *H. Weber*, *Loewig*, *Schneider*, *Rohde*, *Miaskowski*, *Ferd. Roemer*, *Lehmann*, *Metzdorf*, *Holdefleiss*, quem carissimum fratrem nominare gaudeo, docuerunt; exercitationibus *Cohnii* botanicis, *Schneideri* zootomicis, *Loewigi* chemicis, *Roemeri* mineralogicis geologicisque, *Miaskowskii* oeconomico-politicis interfui. Inde, ut studio rei rusticae me darem, agris duos per annos cultis, universitatem Fridericianam Halensem cum Vitebergensi consociatam adii ibique scholas virorum illustrissimorum *Kuehni*, *Conradi*, *Maerckeri*, *de Fritschi*, *Puetzi*, *Ruemelini*, *Friedbergi*, *B. Erdmanni*, *Sommerladi* per octo semestria frequentavi et exercitationum *Conradi* oeconomico-politicarum et *Kuehni* oeconomico-physiologicarum particeps fui. Ab anno MDCCCLXXXXII usque ad hoc tempus apud virum excellentissimum *Kuehnum* adjuncti munere functus sum.

Occasione autem oblata omnibus, quos supra commemoravi, praeceptoribus, optime de me meritis, imprimis viro humanissimo liberalissimoque *Julio Kuehno* hoc loco gratias ago maximas.

Thesen.

1. Die Cellulose sowohl als auch die Stärke unterliegen im Thierkörper unter gewissen Verhältnissen der Sumpfgasgährung und liefern dann in Folge dessen für die Ernährung minderwerthige Producte.

2. Der Stickstoffumsatz im Körper reagirt unmittelbar auf jede Störung des Allgemeinbefindens des Körpers.

3. Negative Resultate bei künstlichen Verdauungsversuchen können nicht ohne Weiteres auch für die Vorgänge im Thierkörper gelten.

4. Der Mercantilismus ist nur berechtigt, wenn es sich darum handelt, einen bestimmten Zweig der Volkswirthschaft zur Blüthe zu bringen, oder denselben in seinem Bestehen gegen die Concurrenz anderer Völker zu schützen, welche unter günstigeren Bedingungen zu produciren vermögen.

Druck von Johannes Päßler, Dresden, gr. Klosterg. 5.